

Bezoekadres:
Amerikalaan 14
6199 AE Maastricht - Airport
Postadres:
Hoofdweg 76
3067 GH Rotterdam

T +31 (0)88-5152505
E info@cauberg Huygen.nl
W <http://www.cauberg Huygen.nl>

K.V.K. 58792562
IBAN NL71RABO0112075584

Trillingsonderzoek bestemmingsplan Oppe Stein te Reuver; prognose trillingshinder spoor

Datum **6 december 2021**
Referentie **08140-55317-03**

Referentie 08140-55317-03
Rapporttitel Trillingsonderzoek bestemmingsplan Oppe Stein te Reuver;
prognose trillingshinder spoor

Datum 6 december 2021

Opdrachtgever BRO
Industriestraat 94
5931 PK TEGELEN
Contactpersoon De heer R. Osinga

Behandeld door De heer ing. H.E.O. Williams
De heer C.J. Ostendorf
Cauberg Huygen B.V.
Bezoekadres:
Amerikalaan 14
6199 AE Maastricht - Airport
Postadres:
Hoofdweg 76
3067 GH Rotterdam
Telefoon 088-5152505

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Uitgangspunten	6
2.1	Opzet onderzoek	6
2.2	Bestemmingsplan	6
2.3	Toetsingskader	7
2.4	Beschrijving situatie	8
3	Trillingsmetingen	10
3.1	Algemeen	10
3.2	Meetposities	10
3.3	Meetparameters	12
3.4	Treinen	12
4	Meetresultaten	13
5	Prognose	16
5.1	Werkwijze	16
5.2	Invoergegevens	16
5.2.1	$V(f)_{\text{top, maaiveld}}$	16
5.2.2	$H(f)_{\text{fundering}}$	17
5.2.3	$H(f)_{\text{vloer}}$	17
5.2.4	$H(f)_{\text{afstand}}$	18
5.2.5	Resultaat prognose	19
5.3	Beoordeling V_{max}	19
5.4	Beoordeling V_{per}	20
5.5	Beschouwing	21
5.5.1	Aantal overschrijdingen per week en per etmaal	21
5.5.2	Conservatief model	23
5.5.3	Keuze eigenfrequentie	23
5.5.4	Trillingssterkte verder reduceren	23
6	Conclusie	24

Bijlagen

Bijlage I

Bijlage I-1	Verloop van $V_{\text{eff, max, 30, i}}$ gemeten per meetpunt
Bijlage I-2	SRB-B gewogen tertsbanden van de top 10 gemeten passages per meetpunt
Bijlage I-3	Top 10 gemeten passages per meetpunt

1 Inleiding

In opdracht van BRO is door Cauberg Huygen B.V. een trillingsonderzoek uitgevoerd in verband met de ontwikkeling van bestemmingsplan Oppe Stein te Offenbeek (Reuver). Het nieuwe bestemmingsplan maakt het mogelijk om in het projectgebied meer woningen te bouwen.

Op 26 juli 2021 is door ProRail een zienswijze ingebracht op het ingediende ontwerpbestemmingsplan. ProRail verzoekt het bevoegd gezag om het aspect trillingshinder te onderzoeken en mee te nemen in de afweging. Het bestemmingsplan ligt namelijk op korte afstand van de spoorlijn Roermond - Venlo. De treinen die over het spoor rijden veroorzaken trillingen in het projectgebied. Figuur 1.1 geeft een overzicht van de locatie van het projectgebied.



Het projectgebied is opgedeeld in zes woonblokken. De eerstelijnsbebouwing ligt op 25 m van het spoor. Het doel van het onderzoek is om:

- te bepalen of de trillingen als gevolg van het treinverkeer kunnen leiden tot hinder voor personen in de nieuw te bouwen woningen;
- te bepalen of bij het ontwerp van de woningen rekening dient te worden gehouden met trillingsreducerende maatregelen.

Ten behoeve van de onderzoeksdoelen zijn trillingsmetingen op maaiveld uitgevoerd en is een prognose van de trillingssterkte opgesteld.

Bij de uitvoering van de trillingsmetingen en de beoordeling van de berekende trillingssterkte is gebruik gemaakt van de SBR meet- en beoordelingsrichtlijn deel B "Trillingen; hinder voor personen in gebouwen (SBR-B)". SBR-B geeft streefwaarden voor de trillingssterkte in gebouwen ter voorkoming van hinder voor personen. Deze richtlijn is algemeen geaccepteerd ter beoordeling van de trillingen.

Voorliggende rapportage beschrijft de uitgangspunten van het onderzoek, de meetresultaten, de prognose en de beoordeling van de trillingen.

2 Uitgangspunten

2.1 Opzet onderzoek

Voor de opzet van het onderzoek is gekozen voor een combinatie van bemande en onbemande metingen. De bemande metingen zijn uitgevoerd op 27 oktober 2021 en gebruikt om de kenmerken van de trillingen van de treinpassages te bepalen. Deze kenmerken zijn gebruikt om onderscheid te maken tussen treintrillingen en stoortrillingen. De onbemande metingen zijn aansluitend uitgevoerd van 27 oktober t/m 3 november voor een periode van 7 dagen.

Er is op maaiveld gemeten op de hoekpunten van de geplande bebouwing het dichtst bij het spoor en op grotere afstand van het spoor. Op basis van de meetresultaten op maaiveld is de trillingssterkte in de toekomstige woningen berekend. De berekende trillingssterkte $V_{\max}$ is getoetst aan de streefwaarden uit SBR-B.

2.2 Bestemmingsplan

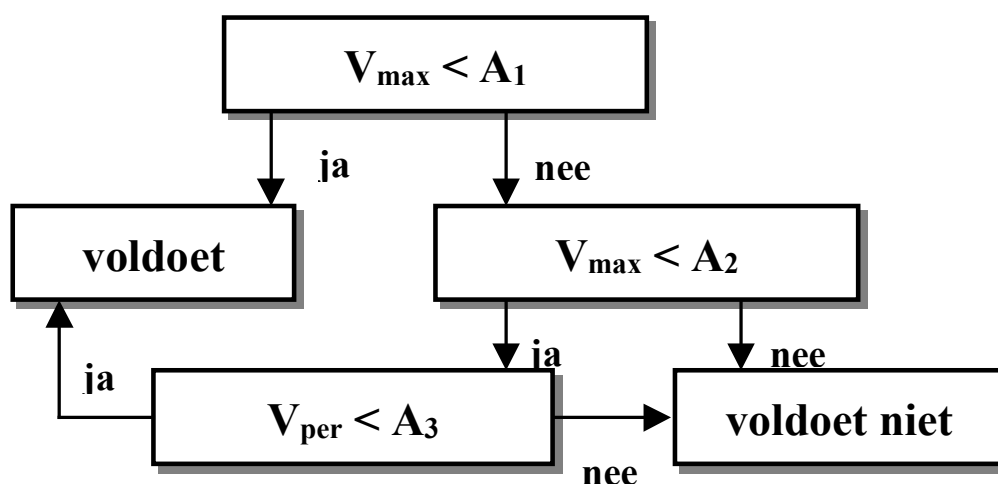
Op het plangebied rusten de bestemmingen 'Gemengd' en 'Verkeer' en de functieaanduidingen 'bedrijf tot en met categorie 2' en 'bedrijf tot en met categorie 3.1', op basis van het op 6 oktober 2014 vastgestelde bestemmingsplan 'Oppe Brik' van de gemeente Beesel. Binnen dit gebied is beperkte woningbouw mogelijk. Het vigerende bestemmingsplan is vastgesteld voor de publicatie van de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen (2019). In de planregels van het vigerende bestemmingsplan zijn geen voorwaarden opgenomen met betrekking tot trillingen. Dit betekent dat bij de beoordeling van de onderzoeksresultaten geen rekening hoeft te worden gehouden met regels vanuit het vigerende bestemmingsplan.

Het onderzoeksgebied valt binnen het ontwerpbestemmingsplan Oppe Stein te Offenbeek waarvan het ontwerp is vastgesteld op 24 juni 2021. In het ontwerp rust op de planlocatie de enkelbestemming "woongebied". Figuur 2.1 toont de bestemmingskaart voor de planlocatie op basis van het ontwerpbestemmingsplan.



2.3 Toetsingskader

Voor de beoordeling van de trillingssterkte in de toekomstige woningen is gebruik gemaakt van SBR-B uit 2006. De beoordeling vindt plaats op basis van twee parameters namelijk $V_{\max}$ en V_{per} . De parameter $V_{\max}$ staat voor de maximale gewogen trillingssnelheid binnen een beoordelingsperiode (dag, avond en nacht). Parameter V_{per} staat voor de gemiddelde trillingssnelheid over een beoordelingsperiode. $V_{\max}$ (en eventueel V_{per}) worden op basis van metingen vastgesteld en vervolgens getoetst. De toetsing vindt plaats op basis van navolgend schema.



Uit het schema volgt dat $V_{\max}$ eerst getoetst wordt aan A_1 en A_2 alvorens V_{per} wordt bepaald en getoetst aan A_3 . A_1 is de onderste streefwaarde. Als $V_{\max}$ kleiner is dan A_1 dan is verdere beoordeling niet nodig en wordt voldaan aan SBR-B. Een verdere toetsing is dan niet nodig.

A_2 is de bovenste streefwaarde. Als $V_{\max}$ niet voldoet aan A_2 dan wordt niet aan SBR-B voldaan. A_3 is de streefwaarde voor V_{per} en gaat over de gemiddelde trillingssterkte over een beoordelingsperiode. Als $V_{\max}$ groter is dan A_1 maar kleiner dan A_2 en V_{per} voldoet aan A_3 dan voldoet de trillingssterkte ook aan SBR-B. Als V_{per} groter is dan A_3 , dan wordt niet voldaan aan de SBR-B.

De toetsingswaarden voor A_1 , A_2 en A_3 zijn afhankelijk van de functie van een bouwwerk, het type trilling, de situatie en het tijdstip waarop de trillingen voorkomen. De functie van het bouwproject is wonen. De trillingen zijn afkomstig van railverkeer en worden daarom geclassificeerd als herhaald voorkomend. De trillingen komen zowel in de dag- (07.00-19.00 uur), avond- (19.00-23.00 uur) als in de nachtperiode (23.00-07.00 uur) voor.

De voorliggende situatie betreft een nieuwe situatie want er is sprake van nieuw te bouwen woningen. In tabel 2.1 zijn de streefwaarden voor $V_{\max}$ en V_{per} voor een nieuwe situatie conform SBR-B opgenomen.

Tabel 2.1: Streefwaarden nieuwe situatie hinder $V_{\max}$ en V_{per}

Gebouwfunctie	Dag-/avondperiode			Nachtperiode		
	A_1	A_2	A_3	A_1	A_2	A_3
Woning	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

Uit tabel 2.1 volgt dat de nachtperiode maatgevend is voor de beoordeling van de trillingen. De streefwaarde A_2 (de bovenste streefwaarde) is in de nacht het laagst en bedraagt 0,2.

2.4 Beschrijving situatie

Binnen het bouwplan zijn verschillende bouwblokken voorzien. De dichtst bij het spoor liggende woningen liggen op circa 25 meter afstand van het spoor. Het spoor ligt op maaiveld. De spooropbouw is ballast met betonnen bielzen. Figuur 2.2 geeft een luchtfoto weer van de onbebouwde locatie.



Figuur 2.2: Luchtfoto van de bouwplanlocatie (bron ruimtelijkeplannen.nl)

De locatie is ten tijde van het onderzoek braakliggend terrein. Het terrein is openbaar toegankelijk en wordt gebruikt als wandelgebied. Daarnaast wordt het terrein ook gebruikt om zand af te nemen en grond te storten voor omliggende bouwprojecten. Foto's van de situatie zijn opgenomen in de figuren 2.3 en 2.4.



Figuur 2.3: Het westelijke deel van het onderzoeksgebied gezien vanaf de zuidzijde met het spoor aan de linker kant



Figuur 2.4: Het oostelijk deel van het onderzoeksgebied

3 Trillingsmetingen

3.1 Algemeen

De trillingsmetingen zijn uitgevoerd van 27 oktober tot en met 3 november 2021. Bij de bemande en onbemande metingen is gebruik gemaakt van de volgende meetapparatuur:

- 4x Syscom Red Box trillingsmonitor MR3000TR.
- 4x triaxial Syscom trillingsopnemer MS2003+ (trillingssnelheid).

Alle trillingsmeters worden onderhouden op basis van het kwaliteitssysteem van Cauberg Huygen B.V. en zijn op basis van vier internet timeservers gesynchroniseerd in tijd.

3.2 Meetposities

De meetpunten zijn zo dicht mogelijk bij de hoek van de toekomstige funderingen van de verschillende bouwblokken geplaatst. Drie meetpunten liggen op de eerstelijnsbebouwing en één meetpunt ligt op de fundering van de woning het verst van het spoor. De afstand van de geplande meetpunten tot het spoor varieert tussen de 26 m (meetpunt 4) en 61 m (meetpunt 2). In figuur 3.1 zijn de geplande meetpunten weergegeven met rode cirkels. In de praktijk bleken deze posities niet realiseerbaar en zijn de meetpunten op afwijkende afstanden geplaatst met iets grotere afstanden. Hiervoor is gecorrigeerd (zie tabel 5.1).



Figuur 3.1: Overzicht van de geplande meetpunten. De werkelijke meetpunten wijken iets af

Op ieder meetpunt is de trillingssnelheid op maaiveld in drie richtingen gemeten:

- Horizontaal dwars op het spoor (de X-richting).
- Horizontaal evenwijdig aan het spoor (de Y-richting).
- Verticaal (de Z-richting).

De trillingssensoren zijn ingegraven in de bodem zodat op de vaste grond is gemeten. De trillingsopnemers zijn bevestigd op een grondplaat die stevig in de zandbodem is gedrukt. De sensor en de trillingsmeters zijn afgedekt met een kist en vervolgens is de kuil dicht gemaakt. Vervolgens zijn de meetpunten afgedekt met een houten deksel. Figuur 3.2 geeft voorbeelden van de opstelling.



Figuur 3.2: De trillingssensor ingegraven bij meetpunt 2

Voor de aanvang van de metingen zijn alle trillingssensoren waterpas gezet.

3.3 Meetparameters

Elke 30 seconde is de trillingssterkte $v_{eff,max,30,i}$ bepaald. Dit is de hoogste effectieve trillingssterkte gemeten in de meterstand “fast”, waarbij de frequentieweging volgens de SBR-B wordt toegepast.

Ook is voor alle treinpassages waarvan de trillingssnelheid de waarde 0,05 mm/s overschreed, een registratie van de trillingssnelheid in de tijd uitgevoerd (tijdsignaal). Deze tijdsignalen zijn gebruikt voor de prognose.

3.4 Treinen

Tijdens de bemande trillingsmetingen en op basis van de website treinposities.nl is vastgesteld dat de “Spurt” over het spoor langs de meetlocatie rijdt. Dit is een diesel aangedreven stoptrein van Stadler, type GTW. Daarnaast is vastgesteld dat er ook goederentreinen rijden.

De Spurt stopt op het station Reuver en rijdt daarom relatief langzaam. Tijdens het installeren van de meetapparatuur is een trein doorgereden op een matige snelheid (tussen de 30 en 50 km/uur).

4 Meetresultaten

De bemande metingen zijn alleen gebruikt om de meetapparatuur goed in te stellen en een eerste indruk te krijgen van de karakteristieken van de trillingen. Op basis van deze gegevens zijn stoorsignalen uit de meetresultaten van de onbemande metingen verwijderd.

De meetresultaten van de onbemande metingen zijn opgenomen in grafieken in bijlage I. Hieruit is per meetpunt een top 10 geselecteerd van de treinpassages met de hoogste $v_{\max}$. Deze waarden zijn weergegeven in tabel 4.1. Per meetpunt is de trillingssterkte $v_{\max}$ van een passage opgenomen samen met de dominante trillingsrichting. De X staat voor horizontaal dwars op het spoor, de Y voor horizontaal evenwijdig aan het spoor en de Z voor de verticale trillingsrichting.

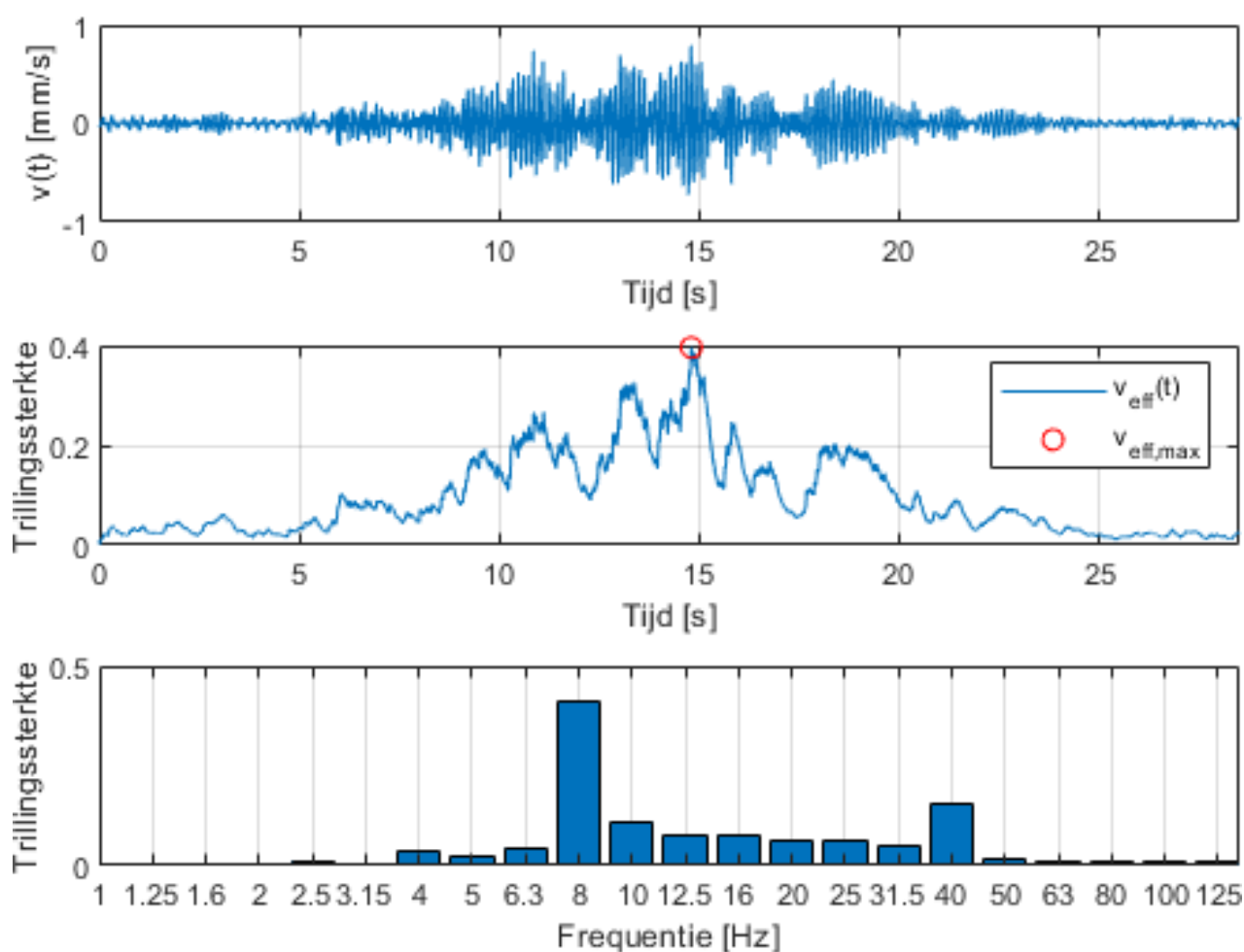
Tabel 4.1: Meetresultaten van de top 10 passages per meetpunt tijdens de onbemande meting

Tijdstip	$v_{\max}$ MP1 [-]	$v_{\max}$ MP2 [-]	$v_{\max}$ MP3 [-]	$v_{\max}$ MP4 [-]
27-10-2021 20:33	0,24 Z	0,19 Z	0,22 Z	0,27 Z
27-10-2021 21:30	0,20 Z	0,20 Z	0,23 Z	0,27 Z
27-10-2021 22:58	0,21 Z	0,20 Z	0,20 Z	0,31 Z
28-10-2021 00:48	-	-	0,19 Z	-
28-10-2021 07:27	0,20 Z	-	-	-
28-10-2021 09:30	-	-	-	0,23 Z
28-10-2021 13:46	-	0,16 Z	-	-
28-10-2021 16:29	0,30 Z	0,26 Z	0,38 Z	0,40 Z
28-10-2021 17:57	0,21 Z	-	-	-
28-10-2021 21:29	0,21 Z	0,19 Z	0,30 Z	0,24 X
29-10-2021 00:29	0,25 X	0,18 Z	0,24 Z	0,29 Z
29-10-2021 03:05	-	0,19 Z	0,22 Z	0,23 Z
30-10-2021 00:31	-	0,19 Z	0,19 Z	0,28 Z
30-10-2021 02:53	0,21 Z	0,17 Z	-	0,29 Z
1-11-2021 11:06	-	-	0,19 Z	-
2-11-2021 08:59	0,27 Z	-	-	-

Uit tabel 4.1 blijkt dat de hoogst gemeten trillingssterkte voor alle meetpunten door een trein is veroorzaakt op 28 oktober 2021 om 16:29. Deze trein veroorzaakte bij MP1 een trillingssterkte van 0,30 in de verticale richting. Bij MP2 was dit 0,26, bij MP3 0,38 en bij MP4 0,40, allemaal in de verticale richting.

Het tijdsignaal behorend bij de passage gemeten bij MP4 op 28 oktober 2021 om 16:29 is te zien in figuur 4.1. Daarbij is bovenaan het gemeten tijdsignaal te zien, gevolgd door de effectieve trillingssterkte in de tijd en onderaan het max-hold spectrum van het gehele signaal.

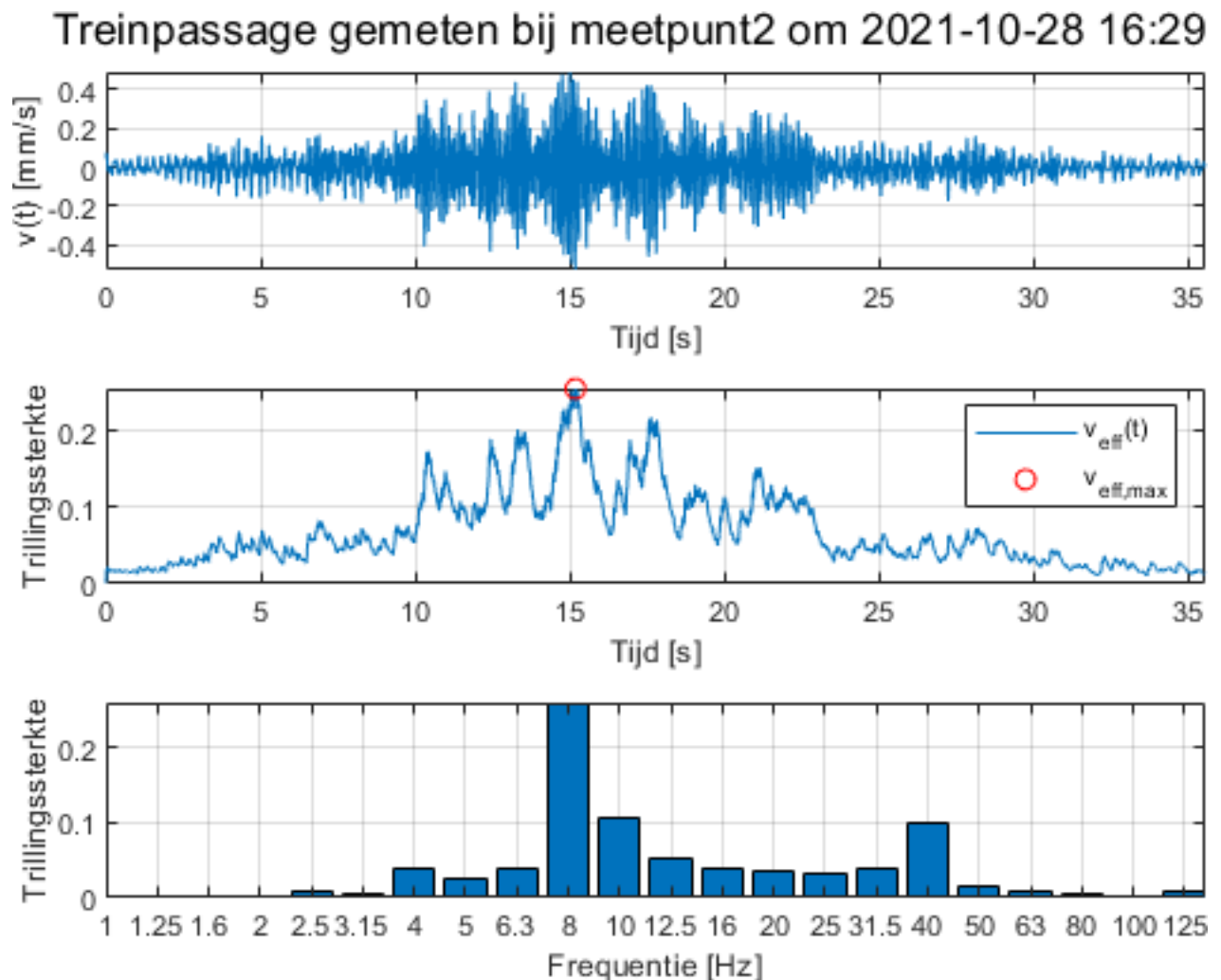
Treinpassage gemeten bij meetpunt4 om 2021-10-28 16:29



Figuur 4.1: Treinpassage gemeten bij MP4 op 28 oktober 2021 om 16:29

In figuur 4.1 is te zien dat de topwaarde van de trillingssnelheid ongeveer 15 s na aanvang van de trilling plaatsvindt. Deze resulteert in een $v_{eff,max}$ van 0,40. Het spectrum laat zien dat de aanstoting vooral in de 8 Hz tertsband plaatsvindt, hoewel een significant deel van de energie ook in de 40 Hz tertsband aanwezig is.

In figuur 4.2 is het tijdsignaal weergegeven dat gelijktijdig is gemeten bij MP2.



Figuur 4.2: Treinpassage gemeten bij MP2 op 28 oktober 2021 om 16:29

In figuur 4.2 is te zien dat de topwaarde van de trillingssnelheid ongeveer 15 s na aanvang van de trilling wordt bereikt. Deze topwaarde resulteert in een $v_{eff,max}$ van 0,26. Het spectrum op MP2 lijkt qua vorm veel op die gemeten bij MP4. Het niveau is over het algemeen lager in de 8 Hz tertsband maar dit blijft maatgevend voor de hoogte van de trillingssterkte.

5 Prognose

5.1 Werkwijze

Voor de berekening van de trillingsniveaus is gebruik gemaakt van het volgende empirische rekenmodel:

$$V_{\max} = V(f)_{\text{topmaaveld}} * H(f)_{\text{fundering}} * H(f)_{\text{vloer}} * H(f)_{\text{afstand}} * H(v)_{\text{SBRB}}$$

Hierin is:

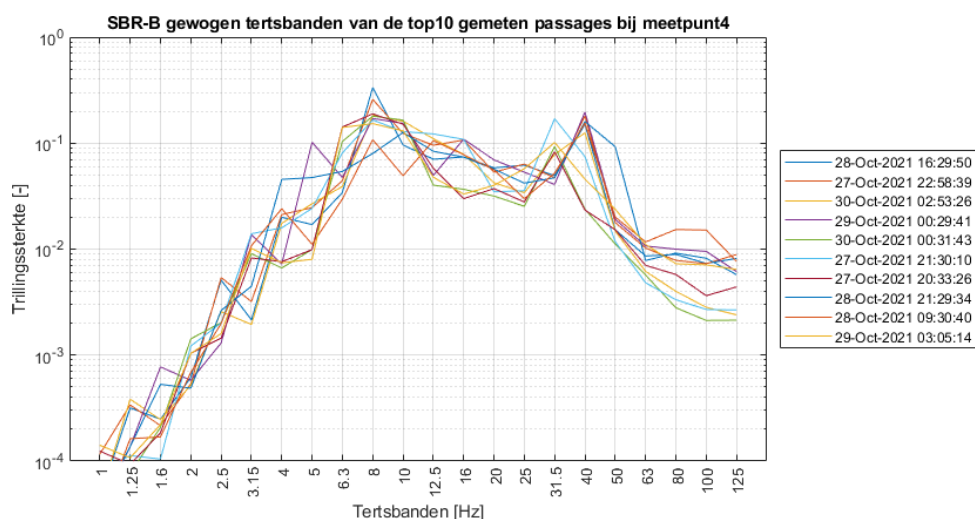
$V_{\max}$	de volgens SBR-B gewogen maximale trillingssterkte
$V(f)_{\text{topmaaveld}}$	de gemeten trillingssnelheid op maaiveld
$H(f)_{\text{fundering}}$	overdrachtsfactor voor de fundering
$H(f)_{\text{vloer}}$	overdrachtsfactor voor de vloer
$H(f)_{\text{afstand}}$	correctiefactor voor het verschil in afstand tussen meetpunt en nieuwbouw tot het spoor
$H(v)_{\text{SBRB}}$	weging van de trillingssnelheid volgens SBR-B

Alle berekeningen zijn spectraal uitgevoerd in het frequentiebereik tussen 1 en 125 Hz in tertsbanden. Voor $V(f)_{\text{topmaaveld}}$ is uitgegaan van een max-hold spectrum. De weging volgens $H(v)_{\text{SBRB}}$ is toegepast op $V(f)_{\text{topmaaveld}}$. De prognose is opgesteld per meetpunt. Een berekend verschil in $V_{\max}$ van 0,05 is niet significant. Daarvoor is de onzekerheid binnen de prognose te groot.

5.2 Invoergegevens

5.2.1 $V(f)_{\text{top,maaveld}}$

Per meetpunt zijn alle treinpassages spectraal vergeleken, waarna de prognose op basis van deze passages is opgesteld. Figuur 5.1 geeft een voorbeeld van de top tien spectra die voor MP4 zijn gebruikt. Deze spectra zijn gewogen volgens de SBR-B en zijn weergegeven in de vorm van een max-hold tertsbandspectrum. De top tien spectra van de overige drie meetpunten zijn te vinden in bijlage I.



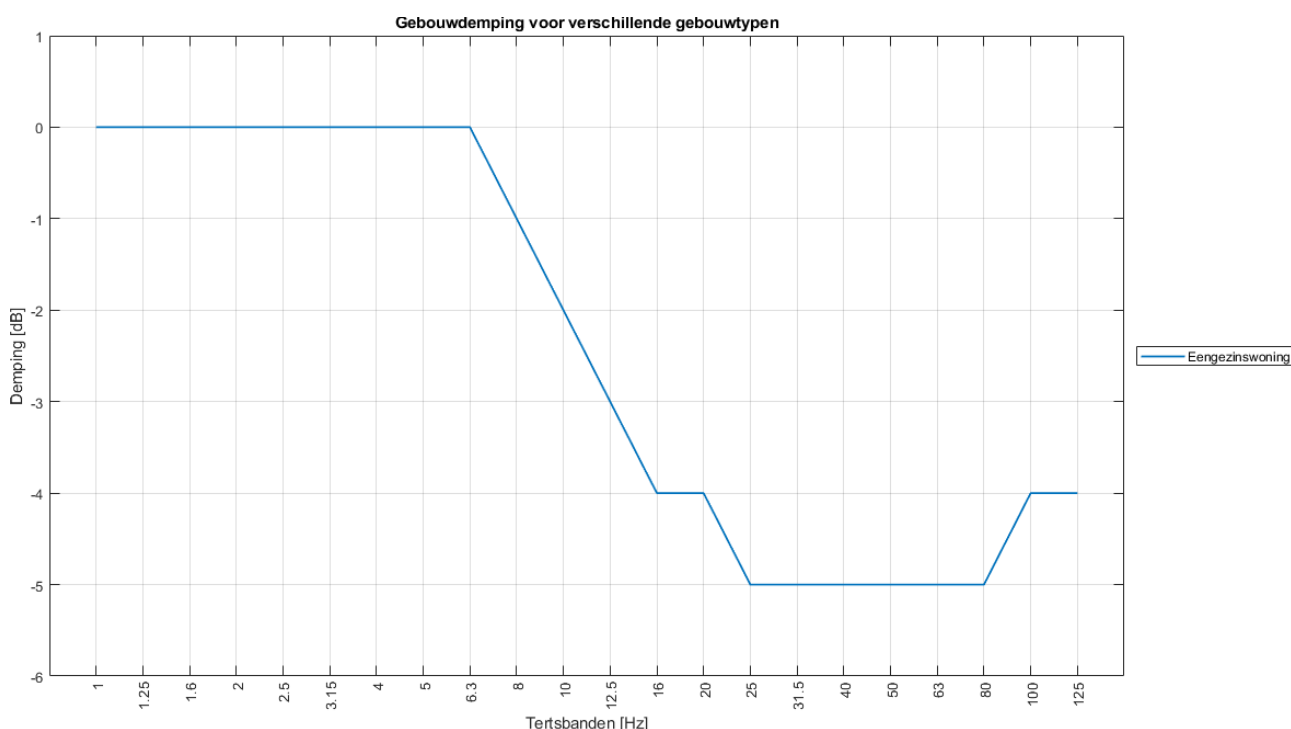
Figuur 5.1: Gemeten trillingsspectra in de verticale trillingsrichting bij MP4, gewogen volgens SBR-B.

Uit figuur 5.1 blijkt dat de 8 en 40 Hz tertsbanden maatgevend zijn in het spectrum voor MP4.

5.2.2 $H(f)$ fundering

Voor de overdracht van de trillingen vanuit maaiveld naar de fundering van de woning, is uitgegaan van een eengezinswoning. Op basis van literatuurgegevens is uitgegaan van de in figuur 5.2 getoonde overdrachtsfactoren in dB voor de trillingen vanuit maaiveld naar de fundering. Een waarde van 0 wil zeggen dat er geen verzwakking optreedt. Een negatieve waarde betekent een reductie van de trillingen.

Voor de laagste frequenties vanaf de 1 tot 8 Hz tertsbanden heeft de fundering geen reducerende invloed. De grootste verzwakking bedraagt 5 dB, iets minder dan een factor 2.



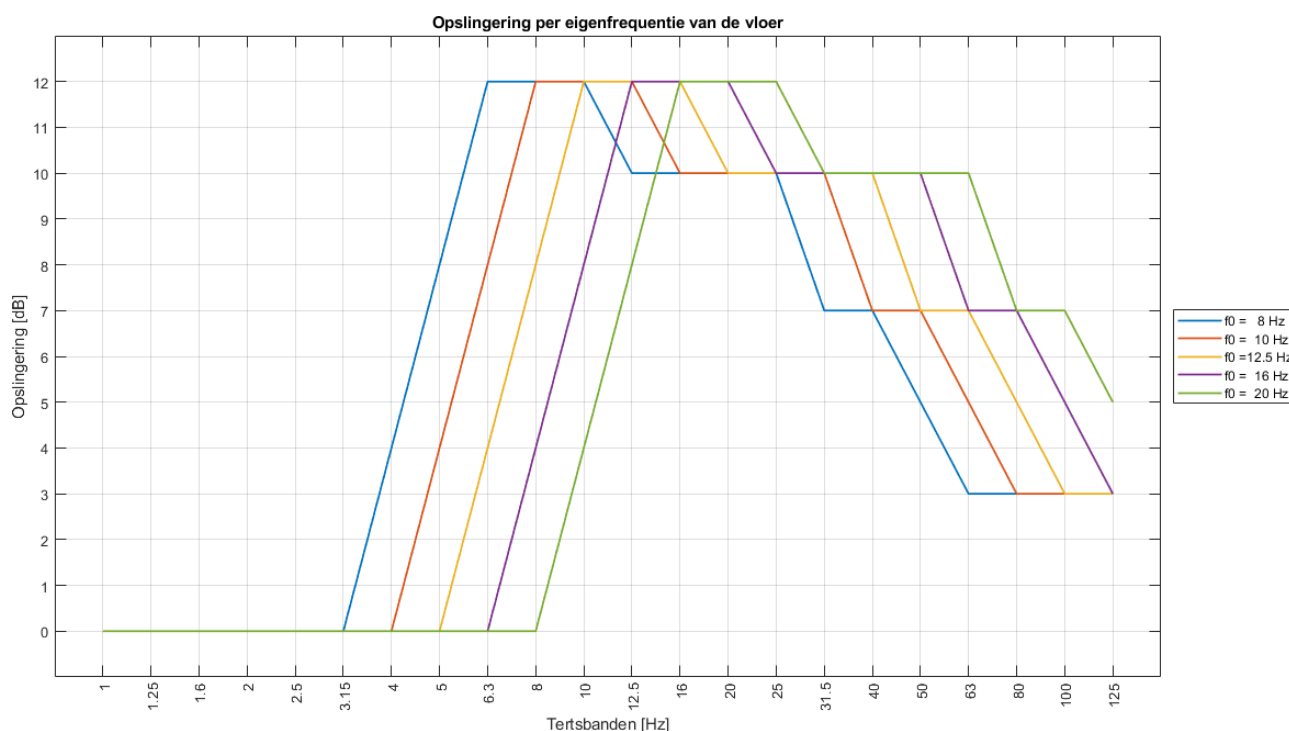
Figuur 5.2: Verloop overdrachtsfactor voor trillingen maaiveld naar fundering

5.2.3 $H(f)_{\text{vloer}}$

Omdat de vloeren van de woningen in het bouwplan nog geen vastgestelde dimensies hebben, is gerekend met eigenfrequenties van de vloer die vaak voorkomen in dit type woningen. Deze eigenfrequenties liggen tussen de 8 en 20 Hz tertsband.

Op basis van deze eigenfrequenties is rekening gehouden met mogelijke resonantie van de vloer waardoor versterking van de trillingen optreedt. Figuur 5.3 toont de overdrachtsfactoren. Een waarde groter dan 0 dB geeft aan dat de vloer voor die frequenties extra trillingen veroorzaakt als gevolg van resonantie waardoor de trillingssterkte toeneemt. Er is rekening gehouden met de onzekerheid van de gekozen eigenfrequenties in het empirisch model, waarbij een spreiding in de eigenfrequentie op kan treden. Daarom is steeds een

bandbreedte aangehouden waarbinnen de resonantie optreedt. De prognose is daarom niet gevoelig voor kleine veranderingen in de eigenfrequentie.



Figuur 5.3: Overdrachtsfactoren vloer voor de verschillende gebruikte eigenfrequenties

5.2.4 H(f)afstand

Omdat er niet exact gemeten is op de positie van de toekomstige fundering, ontstaat er een afstandsverschil tussen de werkelijke meetpositie en de positie van de toekomstige fundering. Hiervoor is een correctie nodig ($H(f)_{\text{afstand}}$). Deze afstandscorrectie is bepaald met de formule van Barkan. Met deze formule kan op basis van een bekende trillingssterkte op een referentieafstand en een waarde voor de bodemdemping en het type trillingsbron, de trillingssterkte op een andere afstand worden berekend.

In het onderzoek liggen de meetpunten op grotere afstand van het spoor dan de toekomstige gevels van de woningen. Daarom is deze formule gebruikt om de gemeten trillingssterkte te corrigeren voor de kleinere afstand tot het spoor. Voor de bodemdemping is op basis van literatuur een α van 0,01 gebruikt. Dit is een veilige aanname dat wil zeggen dat de kans groot is dat de bodemdemping in werkelijkheid groter is. In tabel 5.1 is een overzicht weergegeven van de gemeten afstand van de meetpunten tot het spoor en de afstanden opgenomen in het bouwplan.

Tabel 5.1: Werkelijk gemeten en ontworpen afstanden tot het spoor per meetpunt

Meetpunt	Afstand meetpunt tot spoor [m]	Afstand woning tot het spoor [m]
MP1	34	29
MP2	61	54
MP3	34	28
MP4	30	26

5.2.5 Resultaat prognose

De geprognosticeerde trillingssterkte $V_{\max}$ is berekend door het gemeten max-hold spectrum (figuur 5.1) te vermenigvuldigen met het overdrachtsspectrum voor de fundering (figuur 5.2), het overdrachtsspectrum voor de invloed van de vloer (figuur 5.3) en de correctiefactor als gevolg van de verandering van de afstand tot het spoor (tabel 5.1). Het overdrachtsspectrum voor de fundering zorgt, afhankelijk van de frequentie, voor een reductie van de trillingssterkte terwijl het overdrachtsspectrum voor de vloer, afhankelijk van de frequentie, voor een versterking zorgt. Het berekende eindspectrum in tertsbanden is opgeteld tot één totaalwaarde, de $V_{\max}$.

Per meetpunt is voor alle treinpassages en de gekozen eigenfrequenties van de vloer een prognose opgesteld. Een samenvatting van de resultaten is weergegeven in tabel 5.2. De trillingssterkte $V_{\max}$ is weergegeven voor de eigenfrequenties die het meest gunstige beeld geven (best case, laagste trillingssterkte) en het meest ongunstige beeld (worst case, hoogste trillingssterkte) voor de dag-, avond- en nachtperiode.

Tabel 5.2: Geprognosticeerde $V_{\max}$ resultaten voor de best en worst case scenario's van de eigenfrequenties van de vloer

Meetpunt	Worst case Eigen- frequentie [Hz]	$V_{\max}$ worst case			Best case Eigen- frequentie [Hz]	$V_{\max}$ best case		
		nacht	dag	avond		nacht	dag	avond
MP1	10	0,46	0,78	0,57	20	0,31	0,43	0,31
MP2	8	0,51	0,71	0,54	20	0,26	0,33	0,27
MP3	8	0,56	1,05	0,56	20	0,29	0,39	0,44
MP4	10	0,78	1,11	0,80	20	0,41	0,46	0,42

Uit tabel 5.2 blijkt dat een relatief lage eigenfrequentie van de vloer leidt tot een hoge $V_{\max}$. Bij MP4 is in de dagperiode een $V_{\max}$ geprognosticeerd van 1,11 bij een eigenfrequentie van de vloer van 10 Hz. Bij een gunstigere eigenfrequentie van de vloer van 20 Hz is de geprognosticeerde $V_{\max}$ veel lager, namelijk 0,46. Voor de andere drie meetpunten zijn vergelijkbare reducties in $V_{\max}$ geprognosticeerd bij een toename van de eigenfrequentie van de vloer.

5.3 Beoordeling $V_{\max}$

De eerste beoordeling vindt plaats op basis van de bovenste streefwaarde voor $V_{\max}$, namelijk A_2 . Als deze waarde wordt overschreden, is een verdere beoordeling niet nodig omdat er dan niet wordt voldaan aan de streefwaarden uit SBR richtlijn B. A_2 bedraagt voor nieuwbouwwoningen 0,2 in de nachtperiode en 0,4 in de dag- en avondperiode.

In tabel 5.3 zijn de resultaten voor alle meetpunten weergegeven bij de meest ongunstige eigenfrequentie van de vloer (8 en 10 Hz). De trillingssterkte $V_{\max}$ in de groen gearceerde vakken voldoet aan de streefwaarde A_2 , $V_{\max}$ in de oranje gearceerde vakken overschrijdt A_2 .

Tabel 5.3: Beoordeling $V_{\max}$ in het worst case scenario van de eigenfrequentie van de vloer

	Nachtperiode		Dagperiode		Avondperiode	
Meetpunt	A_2	$V_{\max}$	A_2	$V_{\max}$	A_2	$V_{\max}$
MP1	0,2	0,46	0,4	0,78	0,4	0,57
MP2	0,2	0,51	0,4	0,71	0,4	0,54
MP3	0,2	0,56	0,4	1,05	0,4	0,56
MP4	0,2	0,78	0,4	1,11	0,4	0,80

Uit tabel 5.3 blijkt dat op geen enkel meetpunt de trillingssterkte $V_{\max}$ voldoet aan de streefwaarde A_2 voor de dag-, avond- en nachtperiode. Dit betekent dat niet voldaan wordt aan de streefwaarden uit SBR richtlijn B en dat daarmee een kans op hinder bestaat die groter is dan wenselijk.

Omdat er niet wordt voldaan aan de bovenste streefwaarde A_2 is geen verdere beoordeling van de gemiddelde trillingssterkte V_{per} aan de streefwaarde A_3 nodig.

In tabel 5.4 zijn de resultaten voor alle meetpunten weergegeven bij de meest gunstige eigenfrequentie van de vloer (20 Hz). De trillingssterkte in de groen gearceerde vakken voldoet aan de streefwaarde A_2 , de trillingssterkte in de oranje gearceerde vakken voldoet niet.

Tabel 5.4: Beoordeling $V_{\max}$ in het best case scenario van de eigenfrequentie van de vloer

	Nachtperiode		Dagperiode		Avondperiode	
Meetpunt	A_2	$V_{\max}$	A_2	$V_{\max}$	A_2	$V_{\max}$
MP1	0,2	0,31	0,4	0,43	0,4	0,31
MP2	0,2	0,26	0,4	0,33	0,4	0,27
MP3	0,2	0,29	0,4	0,39	0,4	0,44
MP4	0,2	0,41	0,4	0,46	0,4	0,42

Uit tabel 5.4 blijkt dat $V_{\max}$ in de nachtperiode op geen enkel meetpunt voldoet aan de streefwaarde A_2 . In de dagperiode voldoet $V_{\max}$ voor MP2 en MP3 wel aan A_2 en in de avondperiode geldt dit voor MP1 en MP2.

Omdat voor sommige meetpunten $V_{\max}$ voldoet aan de streefwaarde A_2 , is voor deze meetpunten en periodes een beoordeling nodig van de onderste streefwaarde A_1 (0,1).

De groen gearceerde $V_{\max}$ waarden uit tabel 5.4 voldoen niet aan de streefwaarde A_1 . Voor deze $V_{\max}$ waarden is daarom een aanvullende beoordeling nodig van de gemiddelde trillingssterkte V_{per} .

5.4 Beoordeling V_{per}

De gemiddelde trillingssterkte V_{per} is berekend voor de dag-, avond- en nachtperiode voor het meest gunstige scenario met een eigenfrequentie van 20 Hz voor de vloer. Bij de berekening van V_{per} zijn conform SBR richtlijn B alleen die treinpassages meegenomen met een geprognosticeerde $v_{\max}$ van 0,1 of hoger. De waarden voor V_{per} zijn per periode opgenomen in tabel 5.5.

Tabel 5.5: Beoordeling V_{per} in het best case scenario van de eigenfrequentie van de vloer

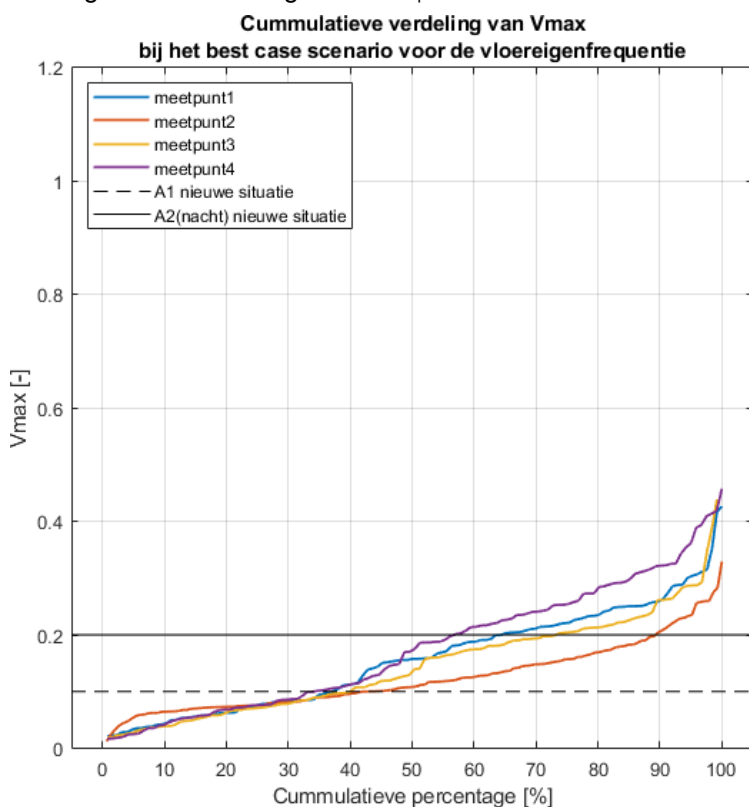
Meetpunt	A_3	$V_{\text{per}} [-]$		
		nacht	dag	avond
MP1	0,05	0,013	0,014	0,011
MP2	0,05	0,010	0,014	0,010
MP3	0,05	0,010	0,008	0,010
MP4	0,05	0,025	0,021	0,022

Uit tabel 5.5 blijkt dat de gemiddelde trillingssterkte V_{per} van iedere meetpunt voor iedere periode voldoet aan de streefwaarde A_3 . Dat betekent dat bij MP2 en MP3 in de dagperiode en bij MP1 en MP2 in de avondperiode de kans op hinder als gevolg van trillingen van passerende treinen klein is. Bij de overige meetpunten is er een vergrote kans op trillingshinder, omdat V_{max} niet voldoet aan de streefwaarde A_2 .

5.5 Beschouwing

5.5.1 Aantal overschrijdingen per week en per etmaal

Het is belangrijk om te beseffen dat niet elke treinpassage zal zorgen voor de berekende overschrijdingen. De prognose is beoordeeld op basis van de V_{max} over een meetperiode van een week. Figuur 5.4 toont de verdeling van de geprognosticeerde V_{max} voor alle meetpunten over de meetperiode van één week. De streefwaarde A_2 in de nacht is aangegeven met een doorgetrokken zwarte lijn. De streefwaarde A_1 is aangegeven met een stippellijn. Overschrijding van de streefwaarde A_1 is acceptabel als V_{max} voldoet aan A_2 en de gemiddelde trillingssterkte V_{per} voldoet aan de streefwaarde A_3 .

Figuur 5.4: Cumulatieve verdeling prognose V_{max} per treinpassage per week best case scenario

Uit figuur 5.4 blijkt dat in het geval van het best case scenario ongeveer 10 tot 45% van het aantal treinpassages in de week, leidt tot een overschrijding van de streefwaarde A_2 . Op basis van de meetgegevens is aanvullend het aantal overschrijdingen per etmaal berekend. Tabel 5.6 geeft het resultaat.

Tabel 5.6: Aantal overschrijdingen per etmaal in het geval van het best case scenario voor de eigenfrequentie van de vloer

Meetpunt	Aantal overschrijding per etmaal van A_2 nacht nieuwe situatie (0,2)
MP1	6
MP2	2
MP3	5
MP4	8

In tabel 5.6 is te zien dat slechts 2 tot 8 treinen per etmaal leiden tot een overschrijding van A_2 in de geprognosticeerde woningen. Niet al deze treinen zullen in de nachtperiode rijden dus het werkelijk aantal overschrijdingen in de nacht zal kleiner zijn. Dit aantal is echter niet met zekerheid te bepalen omdat de maatgevende treinen die in de dag- of avondperiode rijden ook in de nachtperiode kunnen rijden en andersom.

Om het bestemmingsplan mogelijk te maken, moet sprake zijn van een goede ruimtelijke ordening. Over het algemeen beschouwt men het voldoen aan de streefwaarden voor de *nieuwe situatie* (zoals hierboven gehanteerd) als een vorm van goede ruimtelijke ordening. Als de geprognosticeerde trillingssterkte voldoen aan deze streefwaarden, dan staat het aspect trillingen het bestemmingsplan niet in de weg. Om voor Oppe Stein hieraan te voldoen, betekent het dat bij het verdere constructieve ontwerp van de woningen, dus rekening moet worden gehouden met trillingsreducerende maatregelen.

De gemeente heeft echter beoordelingsvrijheid en kan ervoor kiezen afwijkende streefwaarden te hanteren. Gebruikelijk is om te streven naar de streefwaarden voor de *nieuwe situatie* en de streefwaarden voor de *bestaande situatie* als een soort grenswaarde te hanteren. De streefwaarden voor de bestaande situatie liggen een factor 2 hoger. In dat geval is het aantal overschrijdingen per etmaal een stuk lager, zoals aangegeven in tabel 5.7.

Tabel 5.7: Aantal overschrijdingen per etmaal in het geval van het best case scenario voor de eigenfrequentie van de vloer

Meetpunt	Aantal overschrijding per etmaal van A_2 nacht bestaande situatie (0,4)
MP1	<1
MP2	<1
MP3	<1
MP4	1

Uit tabel 5.7 volgt dat maximaal 1 passage per etmaal zorgt voor een overschrijding van de streefwaarden voor de bestaande situatie. Deze overschrijding is naar verwachting met haalbare aanvullende trillingsreducerende maatregelen teniet te doen zodat voldaan kan worden aan de streefwaarden voor de bestaande situatie. De algemene verwachting is dat de meeste mensen zullen wennen aan de trillingsniveaus die lager zijn dan de streefwaarden voor de bestaande situatie zodat de kans op hinder beperkt is.

5.5.2 Conservatief model

Het is ook van belang om te beseffen dat het rekenmodel conservatief rekent en uitgaat van ongunstige situaties. Deze wijze van rekenen past bij de bepaling van een maximale waarde zoals $V_{\max}$. Het rekenmodel is zo opgebouwd dat de kans groter is dat de werkelijke trillingssterkte na realisatie van het gebouw lager is dan de voorspelde trillingssterkte, dan dat de werkelijke trillingssterkte hoger is dan de berekende trillingssterkte.

5.5.3 Keuze eigenfrequentie

De keuze van de eigenfrequenties van de vloeren is van groot belang voor de uiteindelijke trillingssterkte in de nieuwbouwwoningen. Uit de meet- en rekenresultaten blijkt dat een eigenfrequentie met ordegrootte 8 á 10 Hz erg ongunstig is omdat ook de aanstootfrequentie rond die frequentie ligt. Hoe groter het verschil tussen de eerste eigenfrequentie van de vloer en deze aanstootfrequentie, hoe kleiner de kans op te hoge trillingssterktes. Een eigenfrequentie rond de 20 Hz is het gunstigst. Bij het ontwerp van de woningen dient dus rekening te worden gehouden met deze eigenfrequenties. Dat kan door de keuze van de vloerconstructie en de grootte van de overspanning. In het algemeen geldt dat een stijve vloerconstructie in combinatie met een kleine overspanning zorgt voor een hoge eigenfrequentie.

Ongeacht de uiteindelijke eigenfrequentie van de vloer, blijven overschrijdingen bestaan in de geprognoseerde woningen. Onderzoek naar aanvullende trillingsreducerende maatregelen is nodig om de trillingssterkte verder te reduceren.

5.5.4 Trillingssterkte verder reduceren

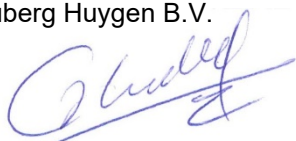
In 5.5.1 is vermeld dat een reductie van de trillingssterkte met een ruime factor twee zal leiden tot het voldoen aan de streefwaarden voor de nieuwe situatie *uitgaande van een eigenfrequentie van de vloer van 20 Hz*. Op basis van ervaring en literatuurgegevens is de verwachting dat een reductie van de trillingssterkte met een factor twee haalbaar is met trillingsreducerende maatregelen. Bij de uitwerking van het ontwerp van de woningen kunnen bijvoorbeeld de volgende maatregelen worden onderzocht: aanpassen van de stijfheid van de wanden door de keuze van bouwmaterialen of aanbrengen kolommen of dragend maken van wanden, het verzwaren of verstijven van het fundament en het combineren van deze maatregelen. Het vervolgonderzoek dient niet alleen te kijken naar het effect van de trillingsreducerende maatregelen, maar ook naar de financiële haalbaarheid van de maatregelen. Als blijkt dat het met financieel haalbare maatregelen niet mogelijk is om te voldoen aan de streefwaarden voor de nieuwe situatie maar wel kan worden voldaan aan de streefwaarden voor de bestaande situatie, dan vormt dat de motivatie voor de gemeente om gebruik te maken van haar beoordelingsvrijheid en een hogere trillingssterkte te accepteren, bijvoorbeeld tot de streefwaarden voor de bestaande situatie.

6 Conclusie

Het trillingsonderzoek dat is uitgevoerd ten behoeve van de ontwikkeling van het bestemmingsplan Oppe Stein te Offenbeek (Reuver) leidt tot de volgende conclusies:

1. De locatie van het bouwplan is zodanig dat hinder door trillingen als gevolg van treinverkeer mogelijk is. Uitgaande van een ongunstige eigenfrequentie van de vloer (8 á 10 Hz), bedraagt $V_{\max}$ 1,11 (meetpunt 4). Dit leidt tot een ruime overschrijding van de streefwaarde A_2 (0,2) uit SBR richtlijn B. Bij een gunstige eigenfrequentie van de vloer (20 Hz), bedraagt $V_{\max}$ 0,46 (meetpunt 4). In deze situatie bedraagt de overschrijding van de streefwaarde voor de nacht in de nieuwe situatie iets meer dan een factor 2.
2. De gemiddelde trillingssterkte V_{per} voldoet ook zonder trillingsreducerende maatregelen aan de streefwaarde A_3 (0,05) uit SBR richtlijn B.
3. Om voor alle woningen te voldoen aan de streefwaarden voor de nieuwe situatie (0,2) zijn trillingsreducerende maatregelen nodig. Bij het bouwkundig en constructief ontwerp van alle bouwblokken dient, ten behoeve van de omgevingsvergunning, rekening te worden gehouden met het integreren van trillingsreducerende maatregelen in het ontwerp.

Cauberg Huygen B.V.

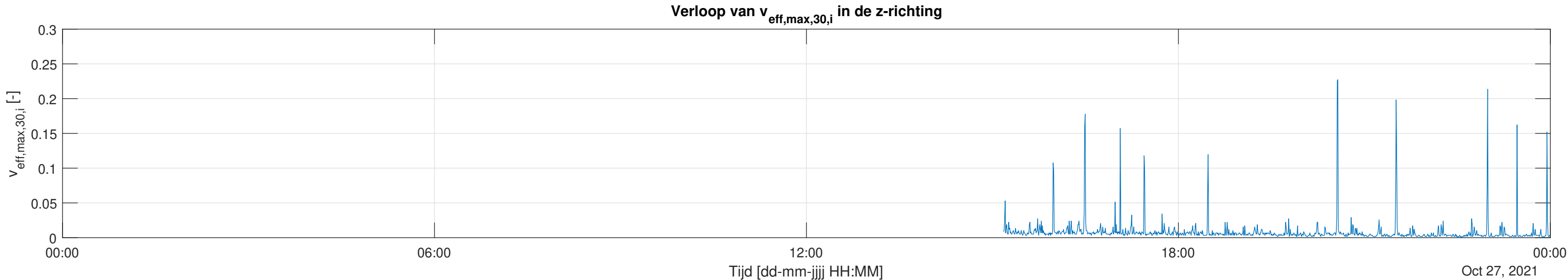
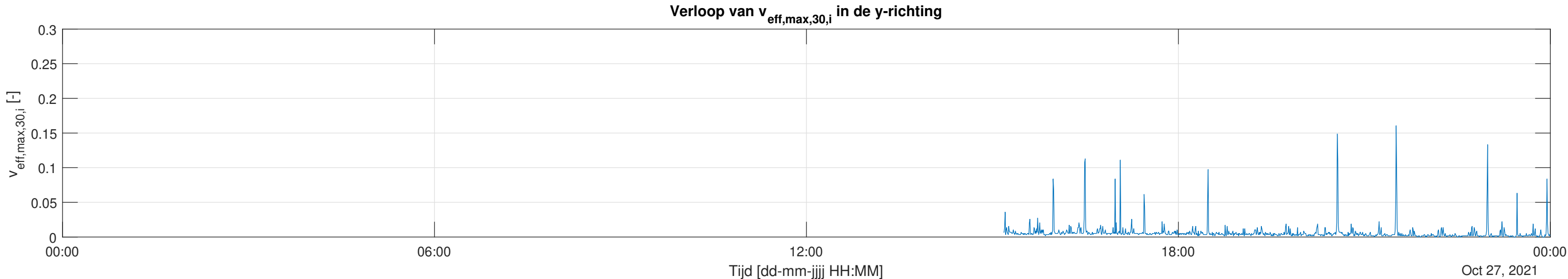
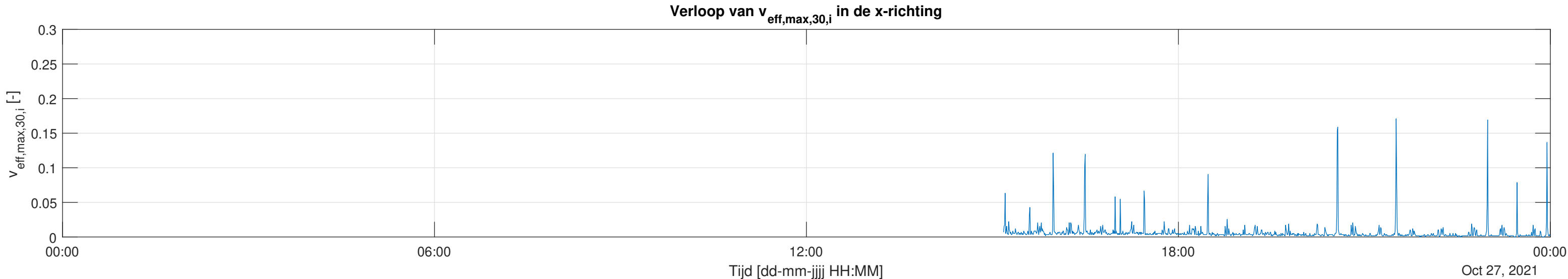


De heer C.J. Ostendorf
Senior adviseur

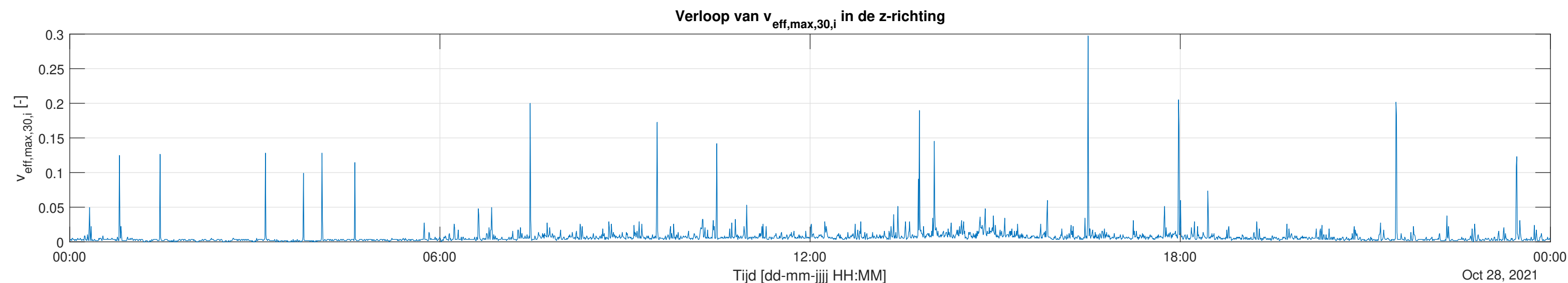
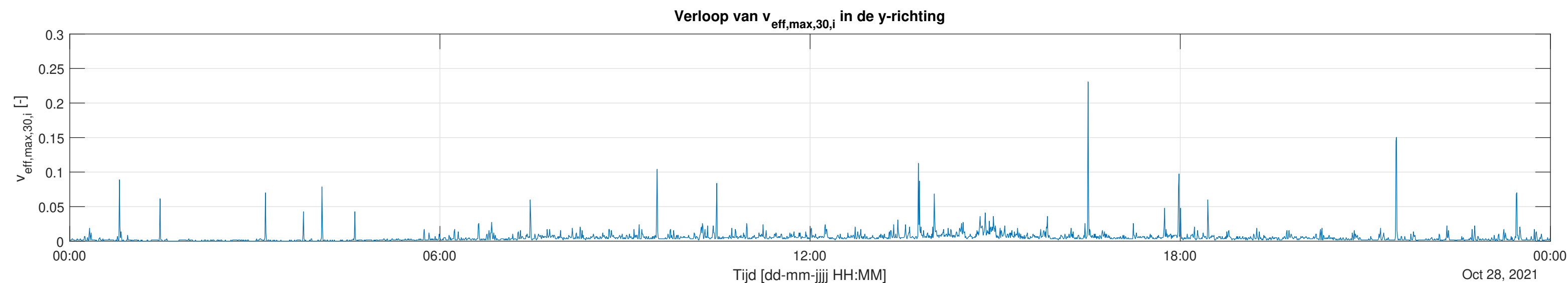
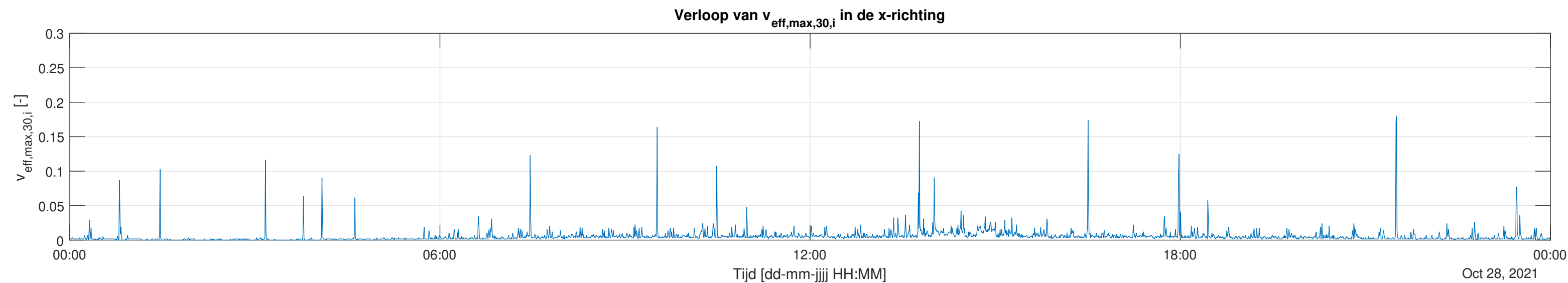
Bijlage I

Bijlage I-1	Verloop van $V_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten per meetpunt
Bijlage I-2	SRB-B gewogen tertsbanden van de top 10 gemeten passages per meetpunt
Bijlage I-3	Top 10 gemeten passages per meetpunt

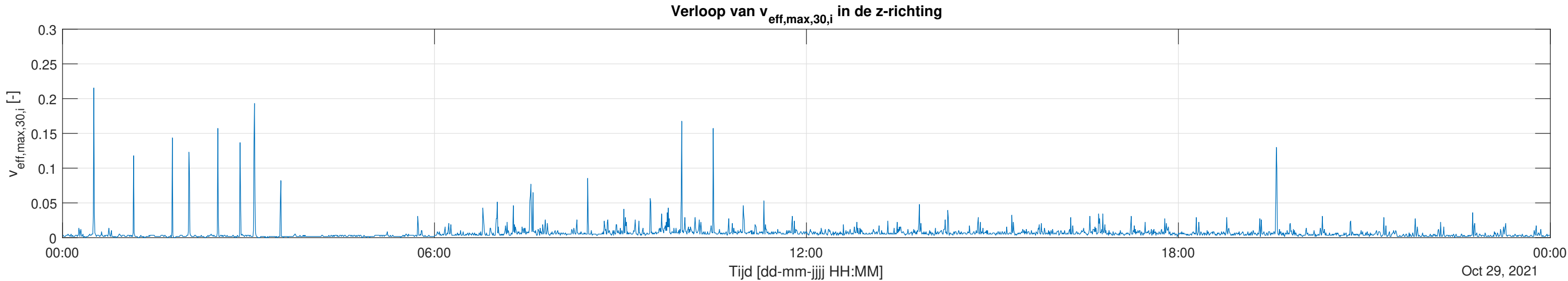
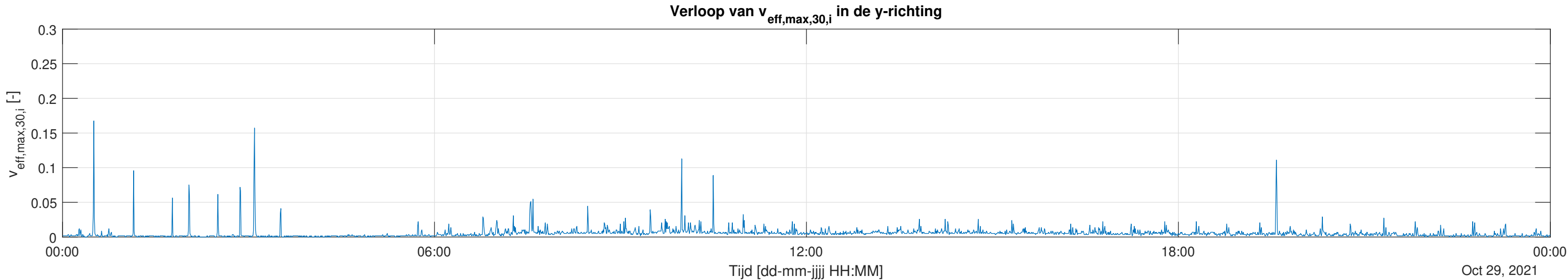
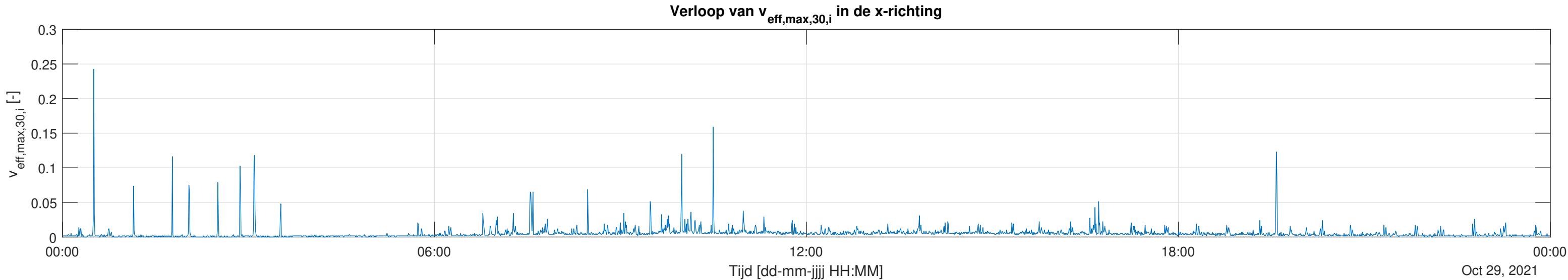
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt1 op 27-Oct-2021



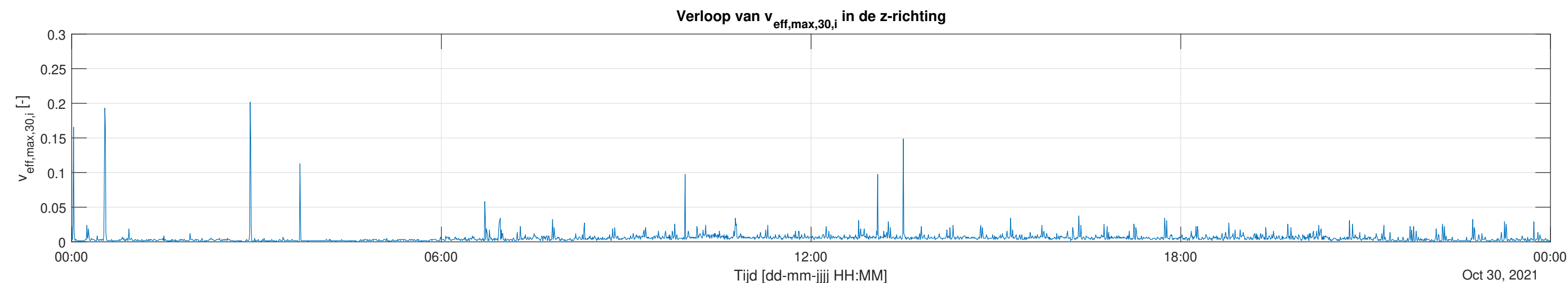
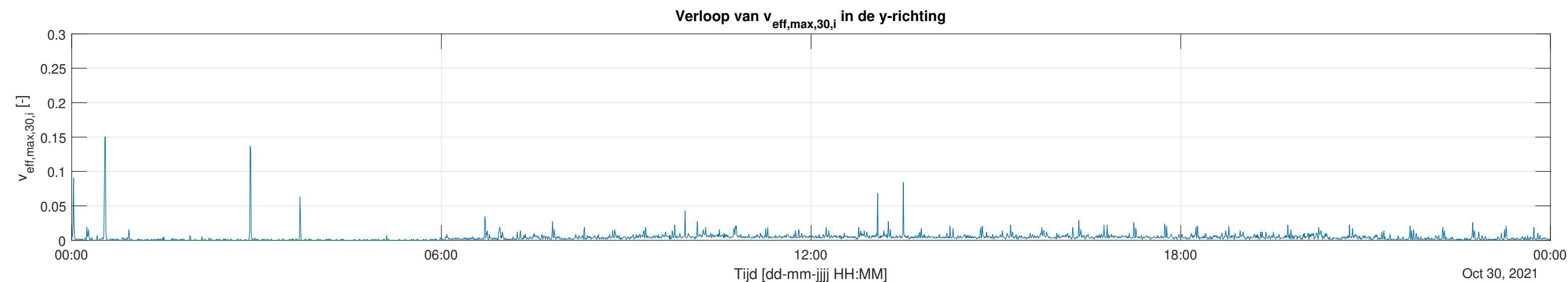
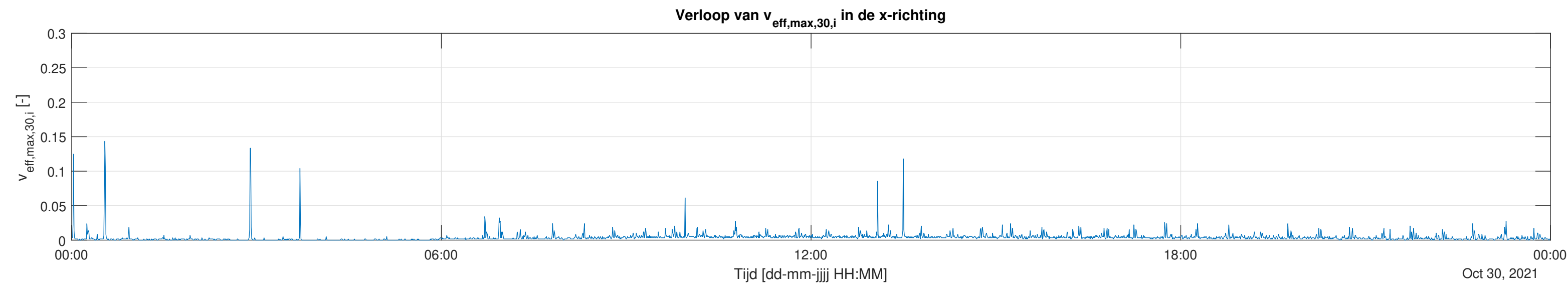
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij meetpunt1 op 28-Oct-2021



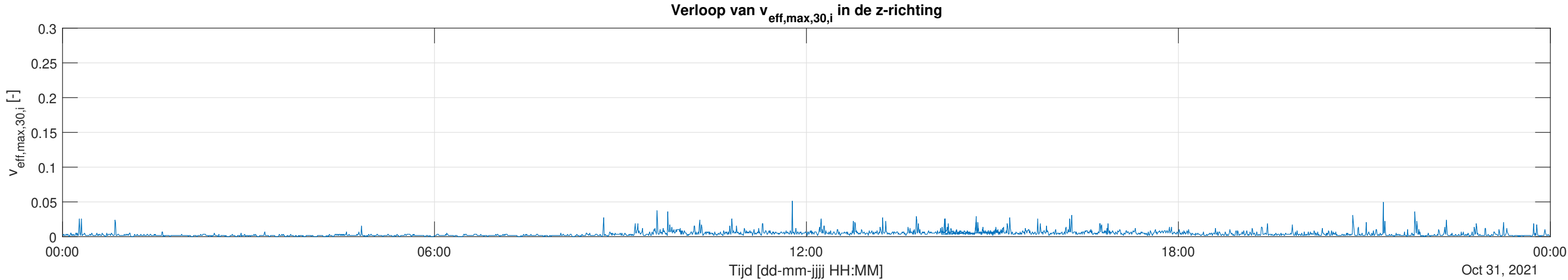
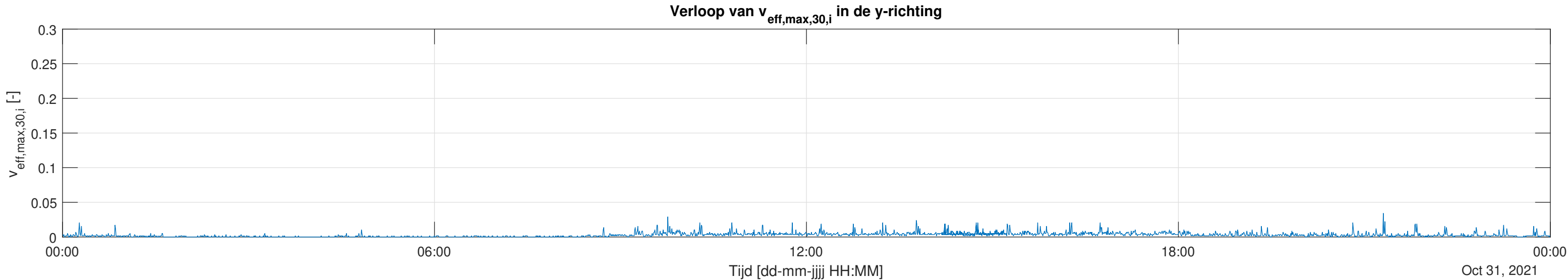
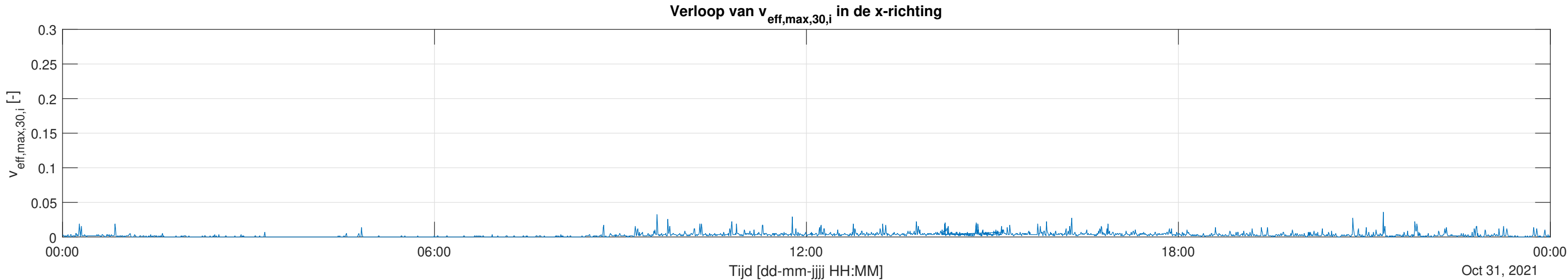
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt1 op 29-Oct-2021



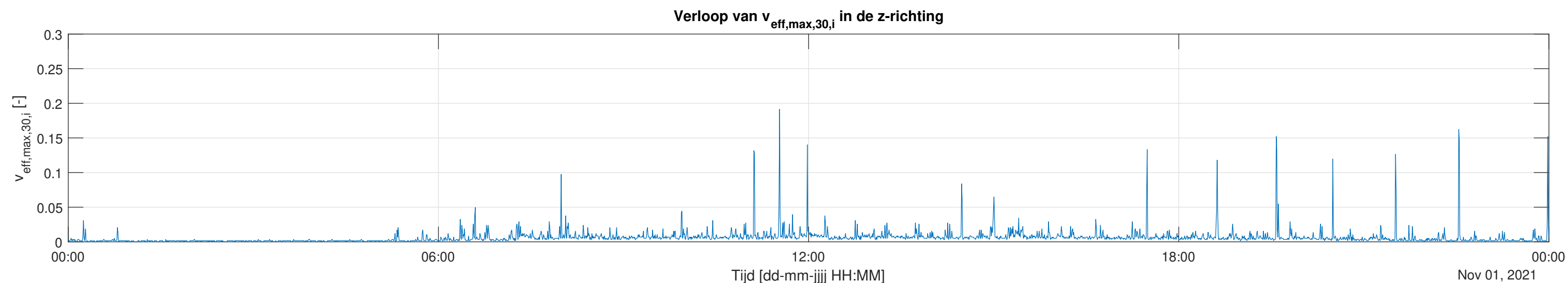
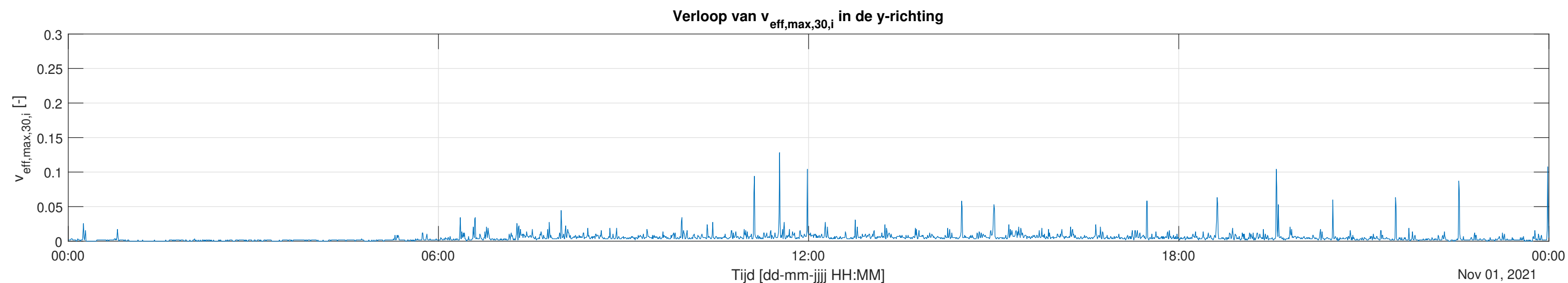
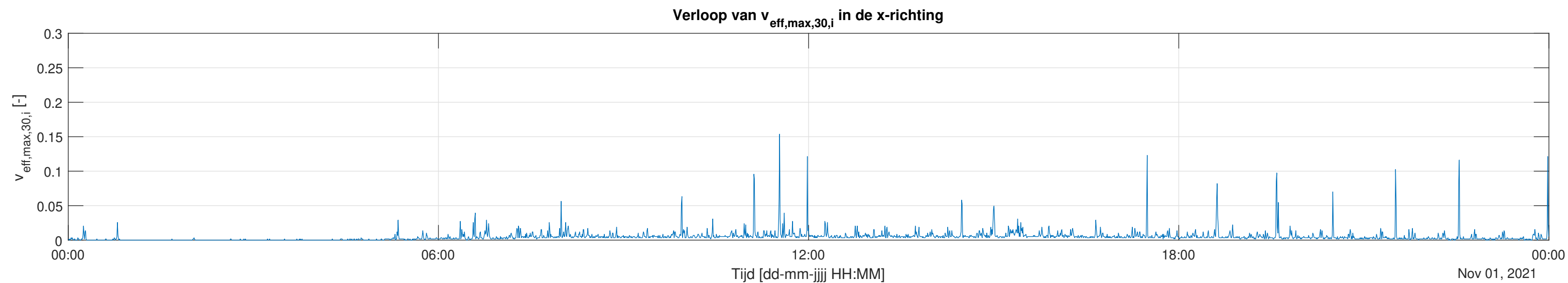
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij meetpunt1 op 30-Oct-2021



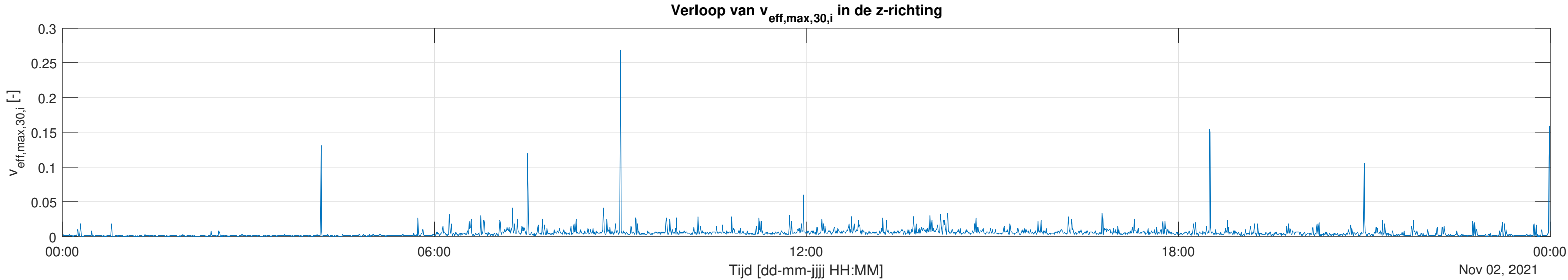
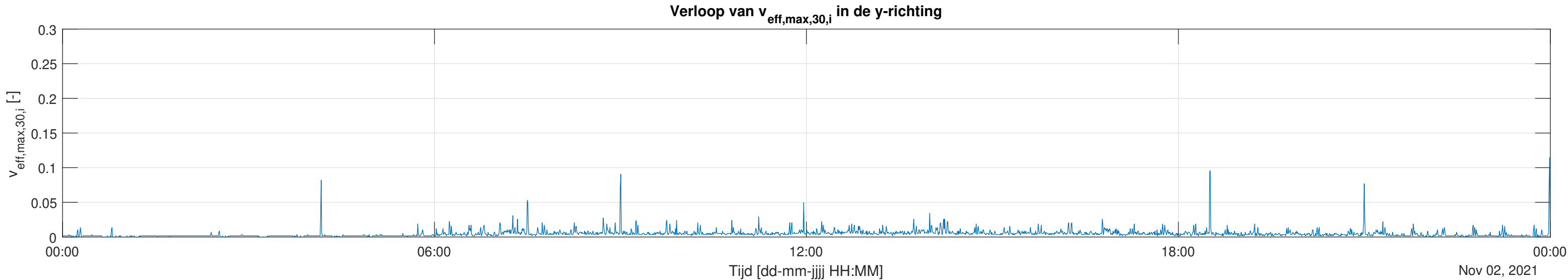
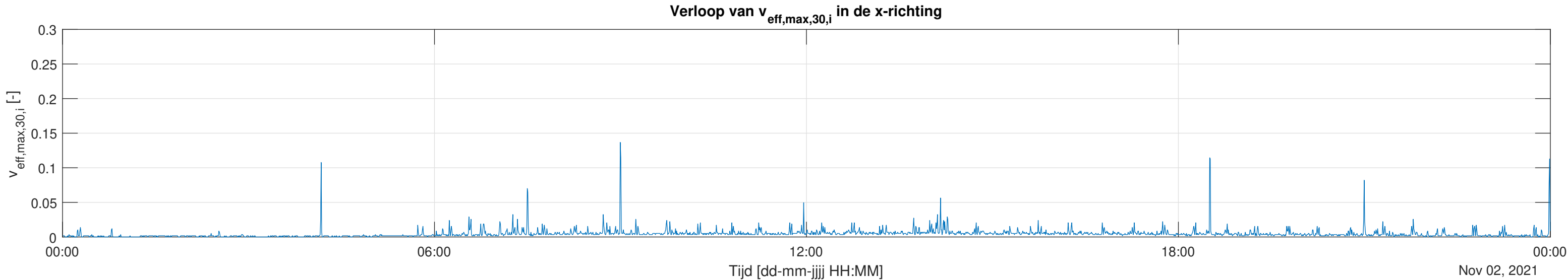
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt1 op 31-Oct-2021



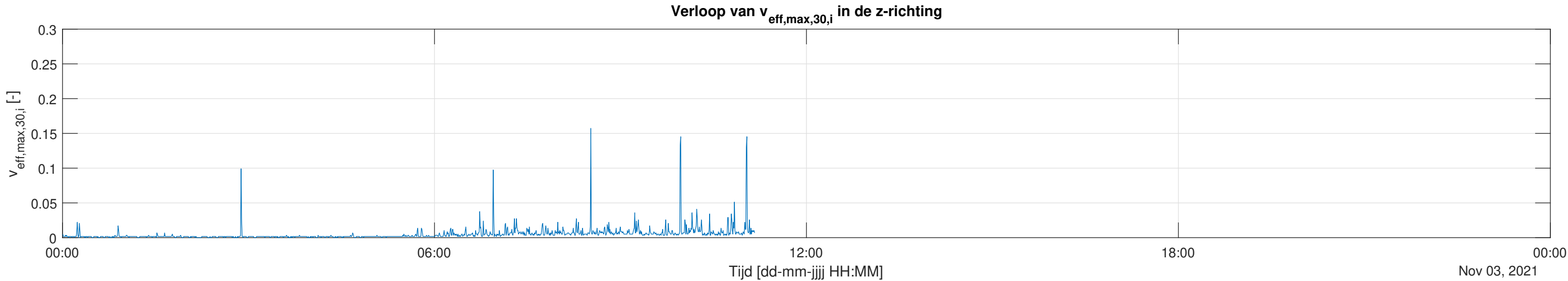
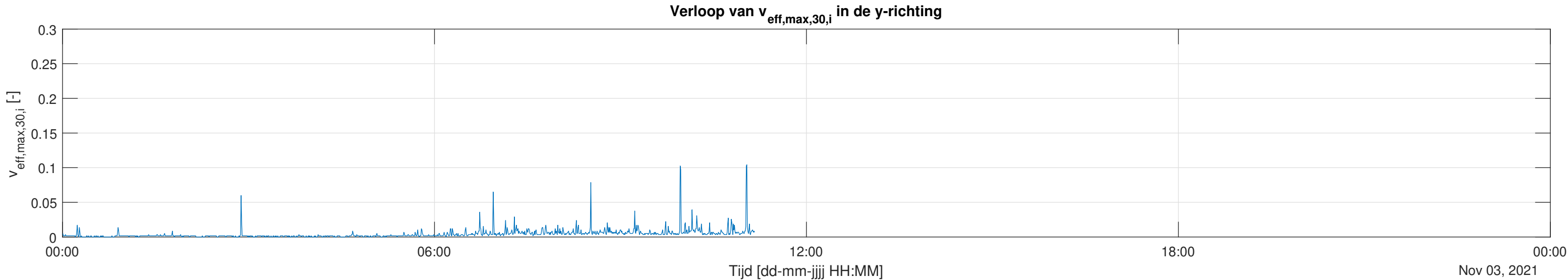
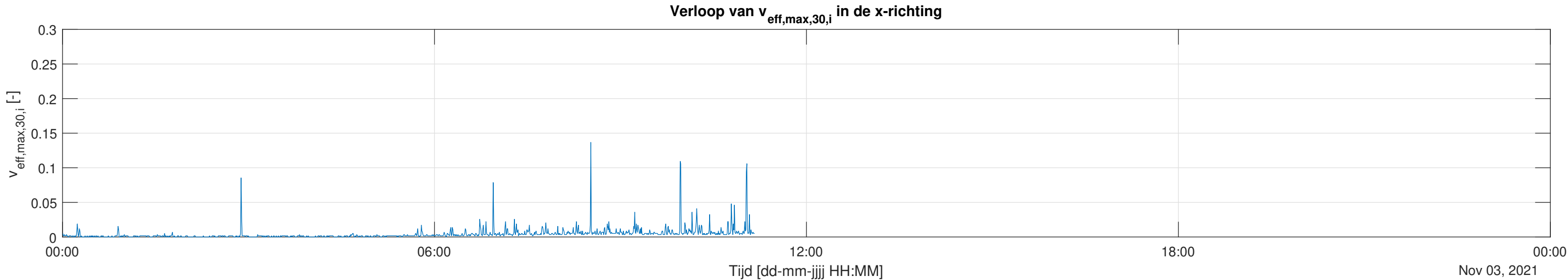
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt1 op 01-Nov-2021



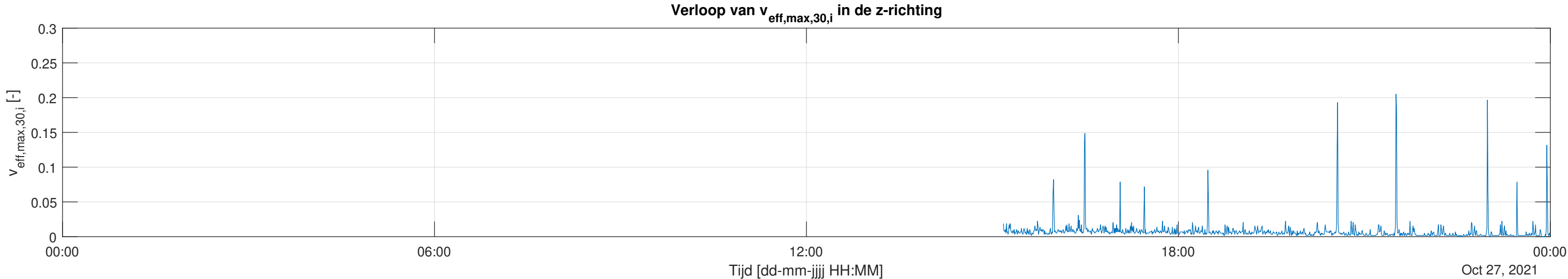
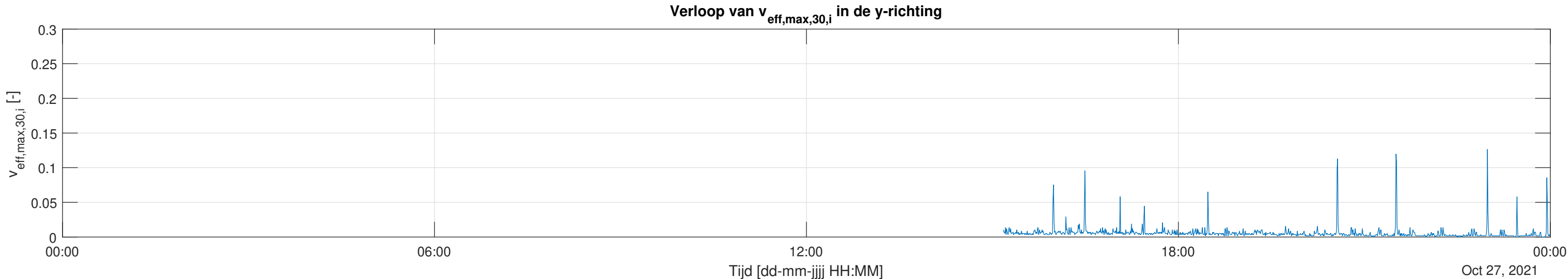
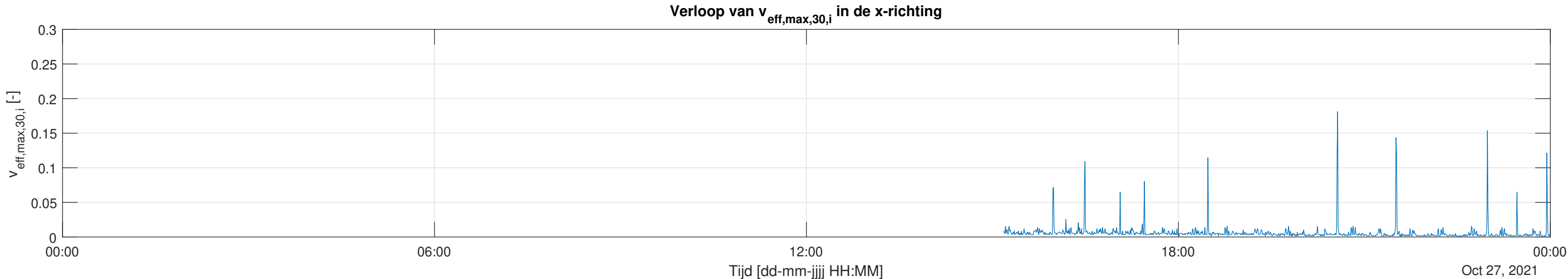
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt1 op 02-Nov-2021



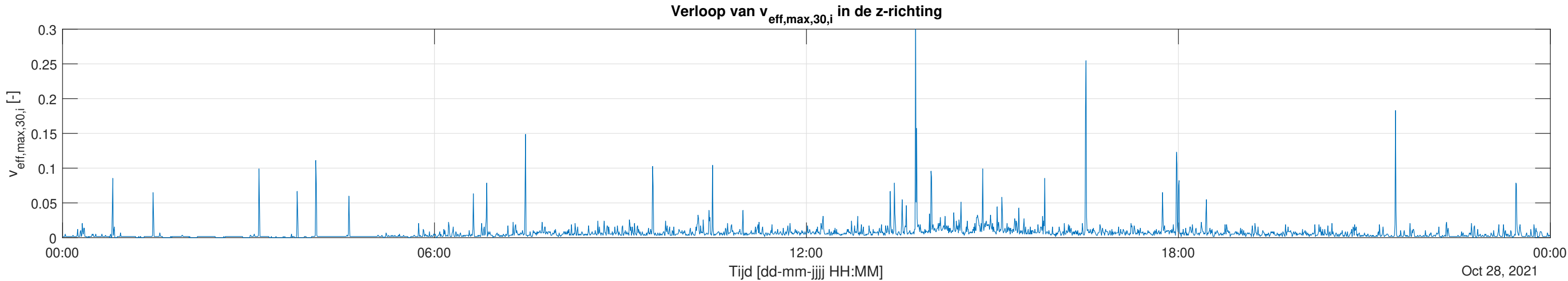
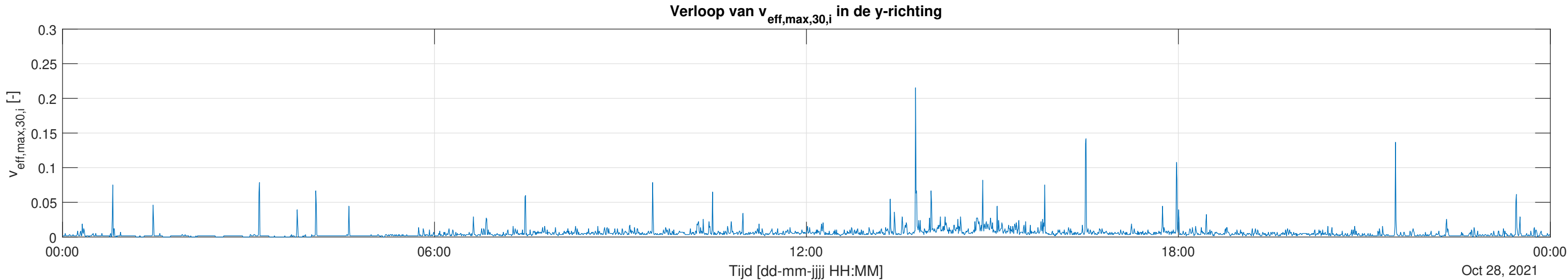
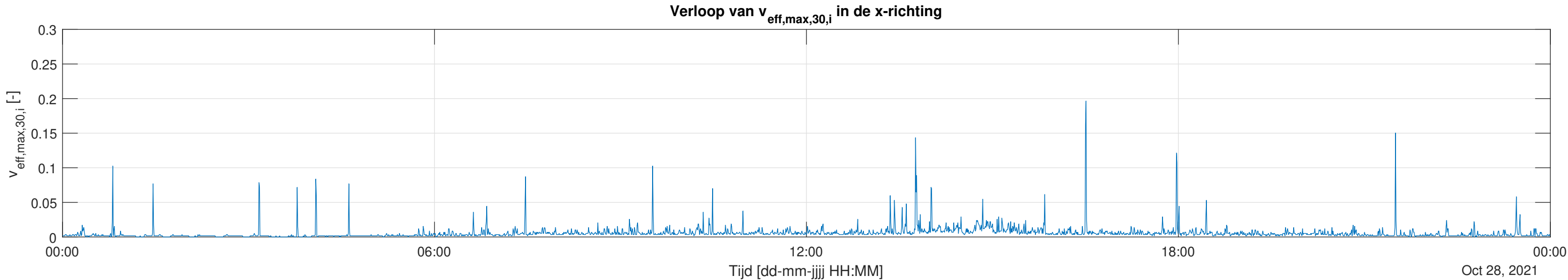
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt1 op 03-Nov-2021



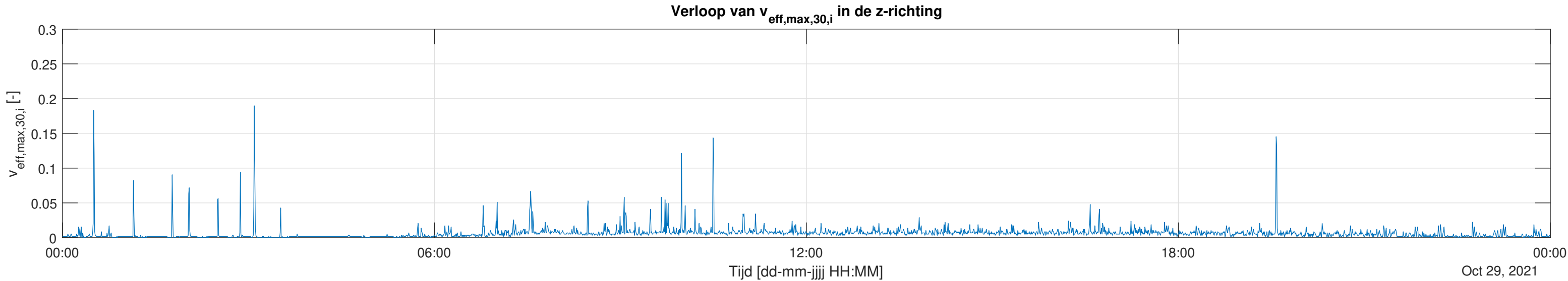
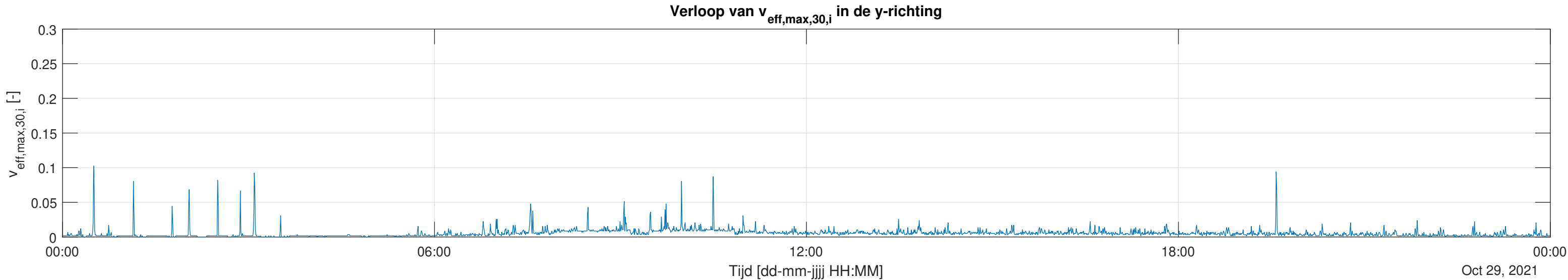
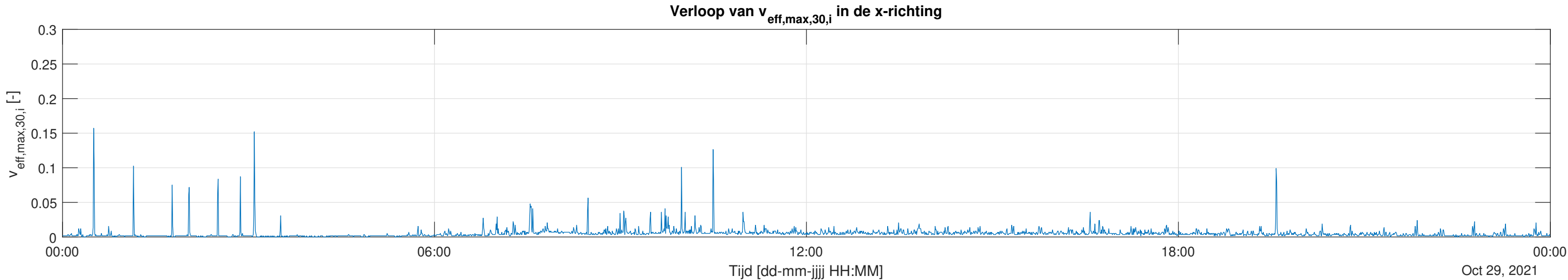
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij meetpunt2 op 27-Oct-2021



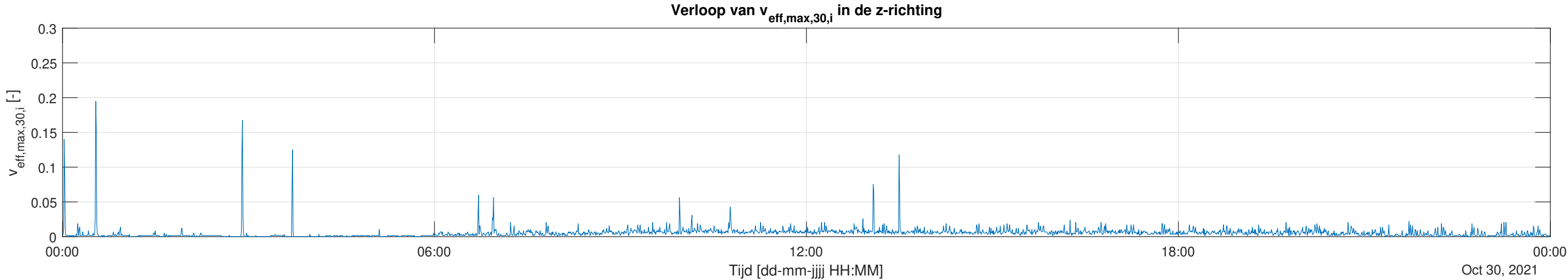
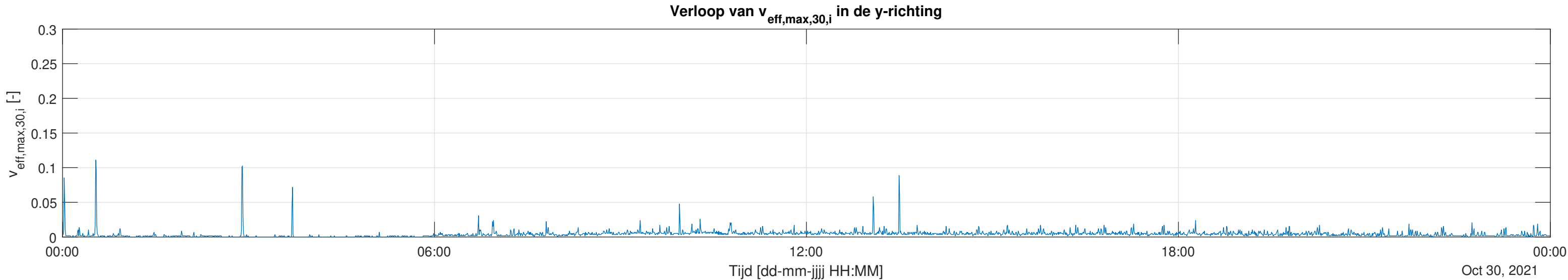
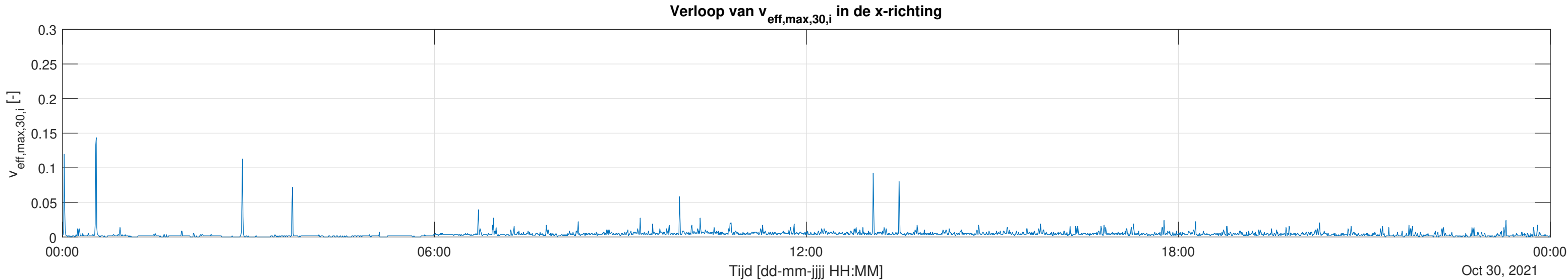
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt2 op 28-Oct-2021



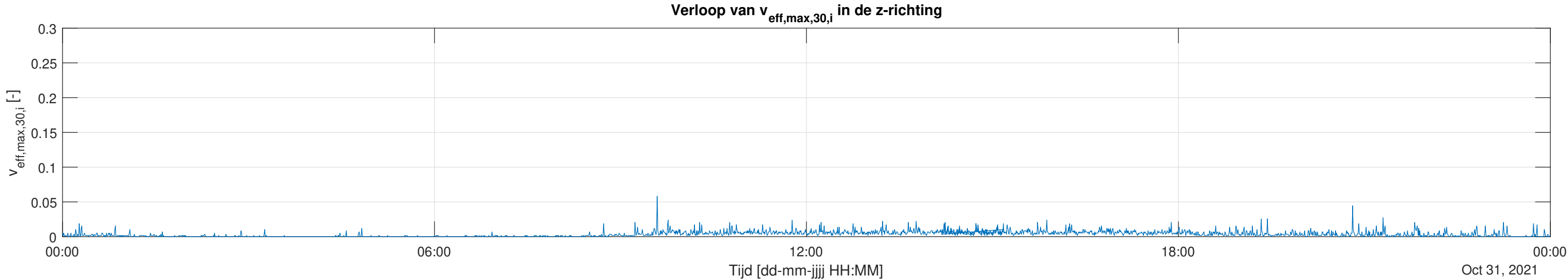
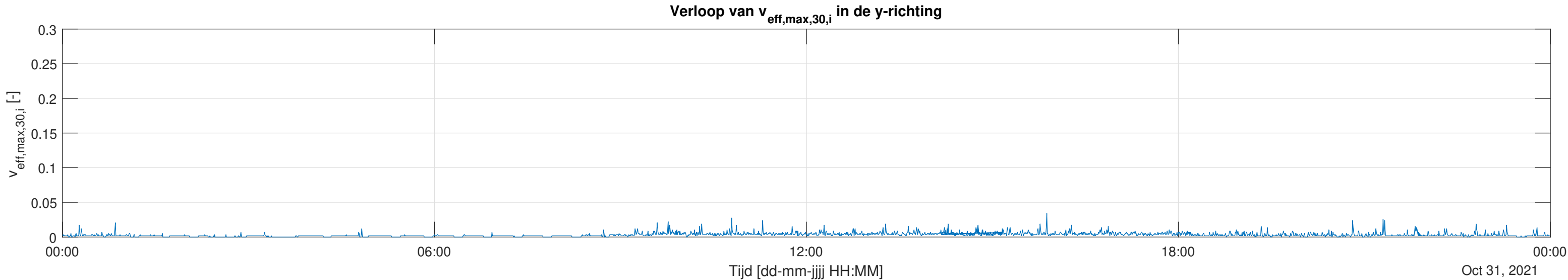
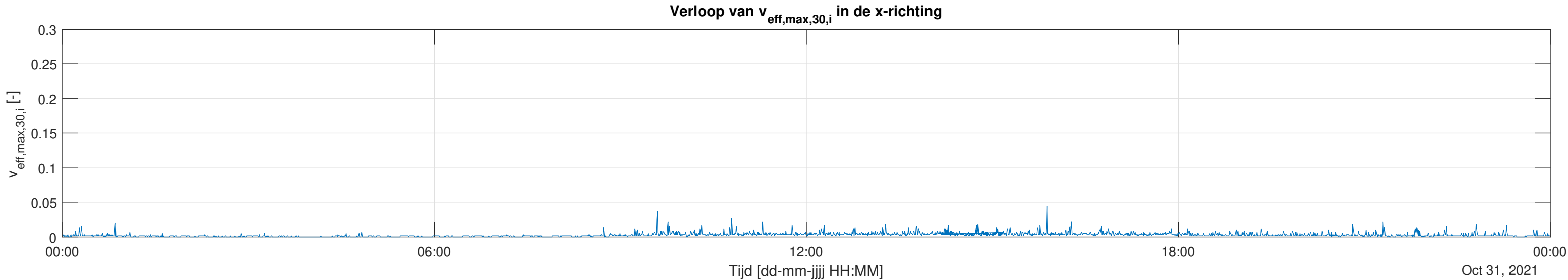
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt2 op 29-Oct-2021



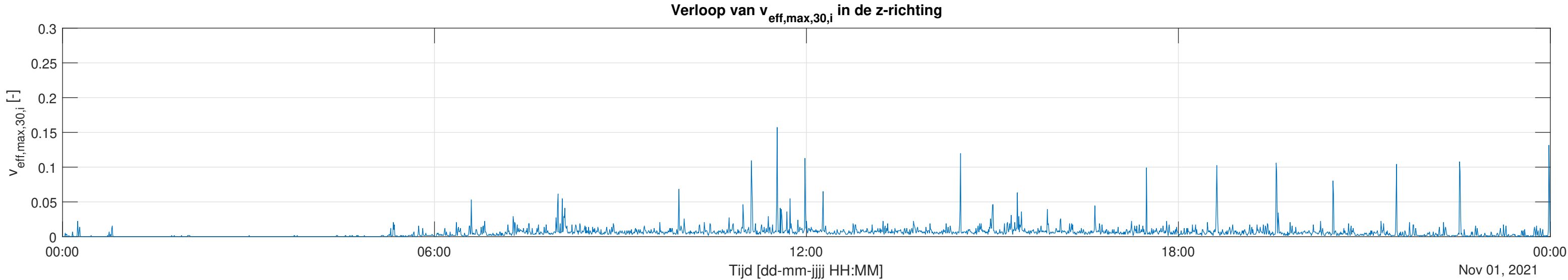
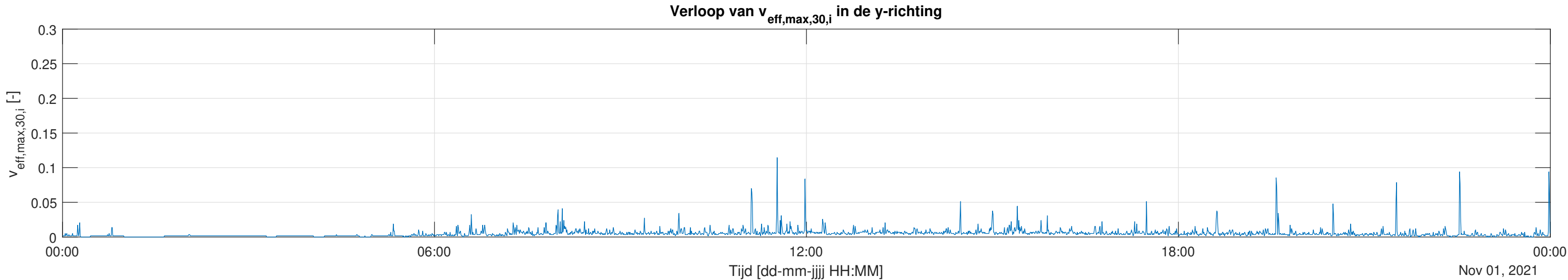
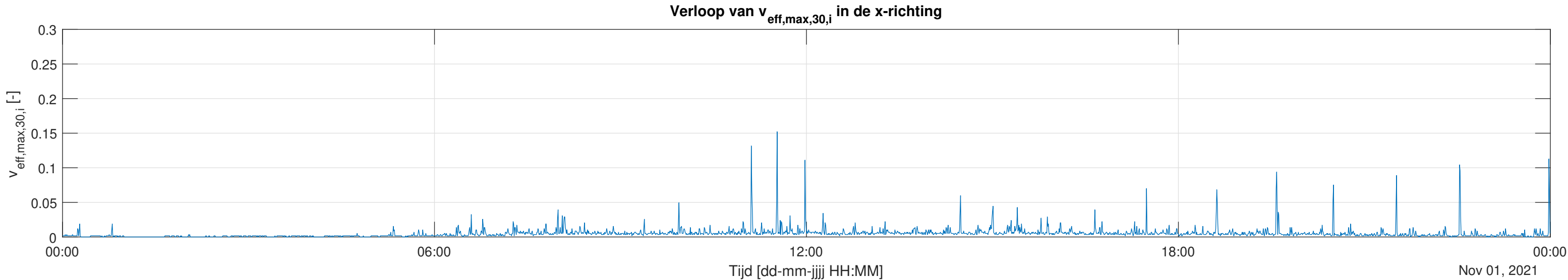
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij meetpunt2 op 30-Oct-2021



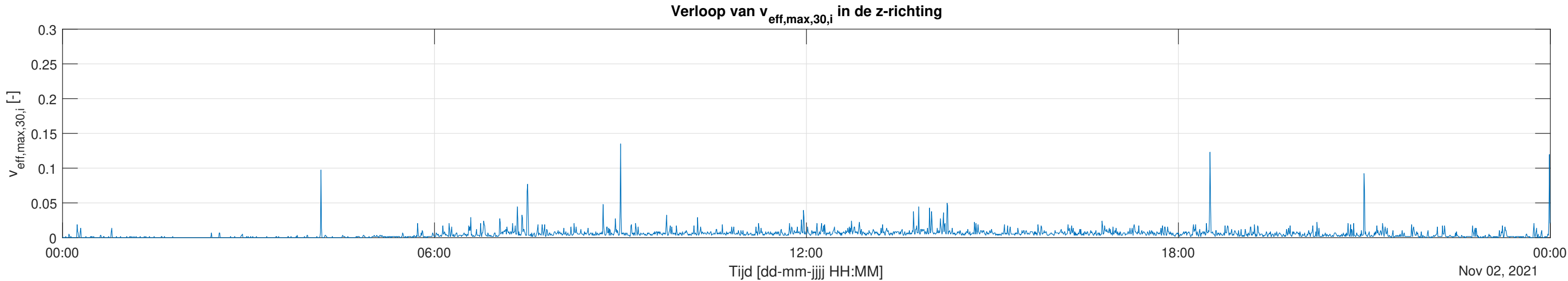
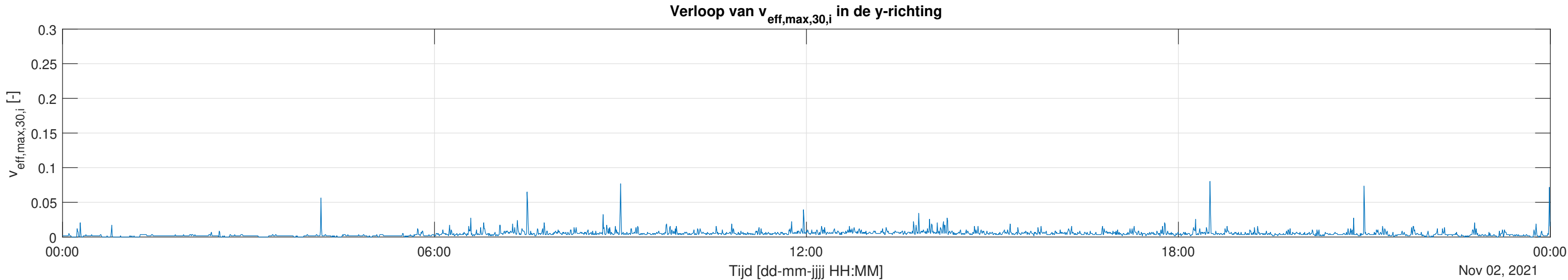
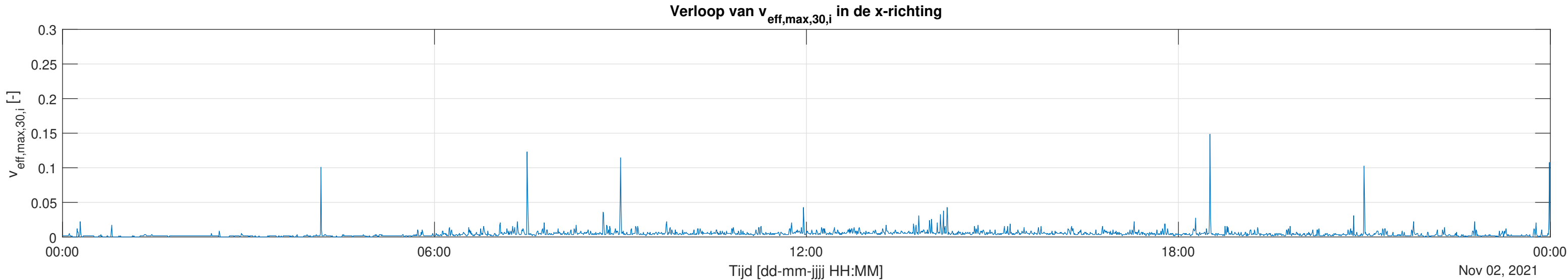
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt2 op 31-Oct-2021



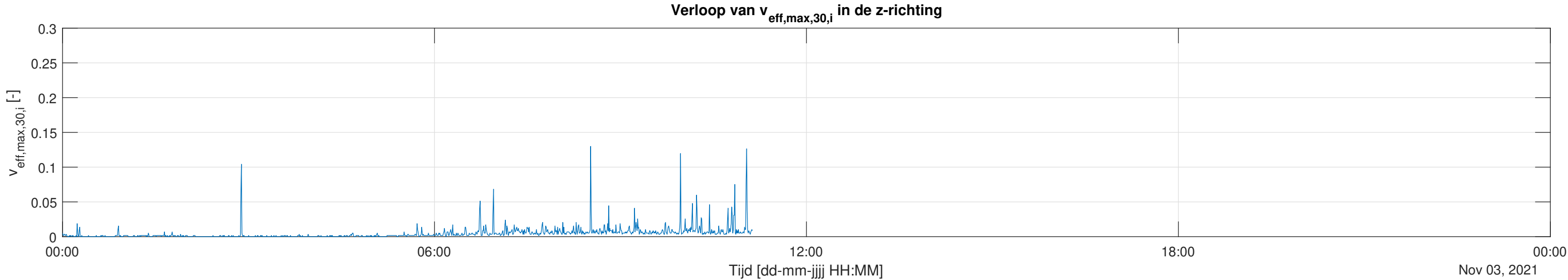
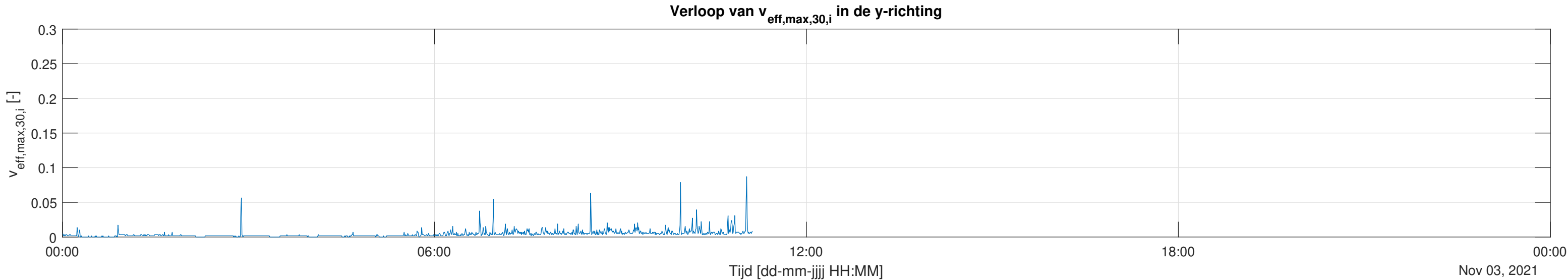
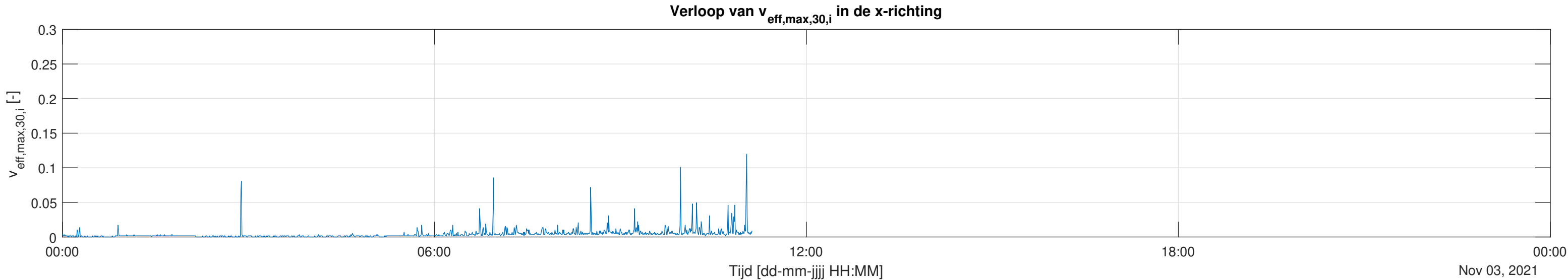
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt2 op 01-Nov-2021



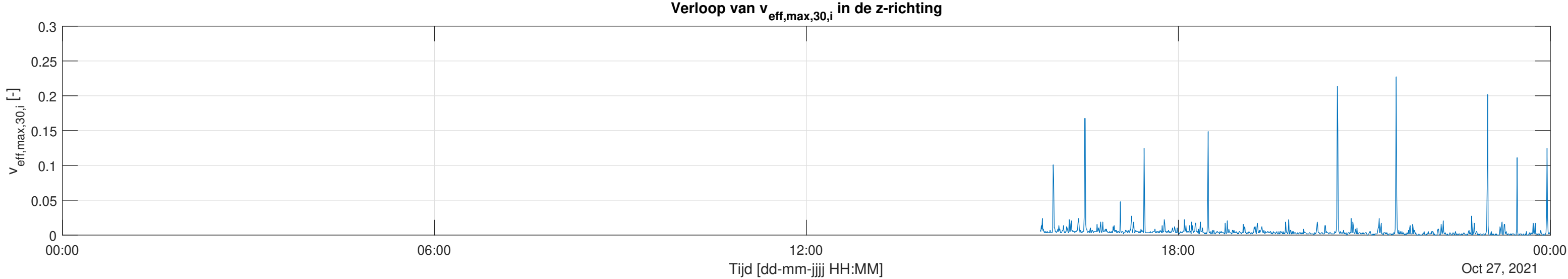
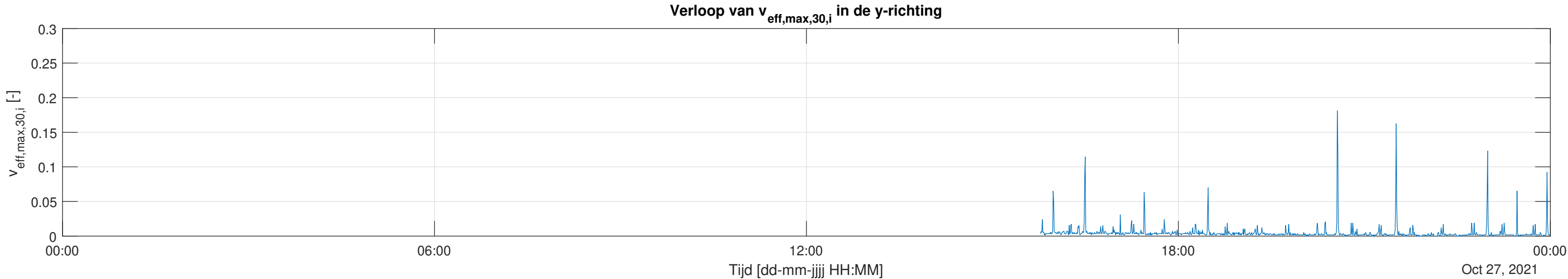
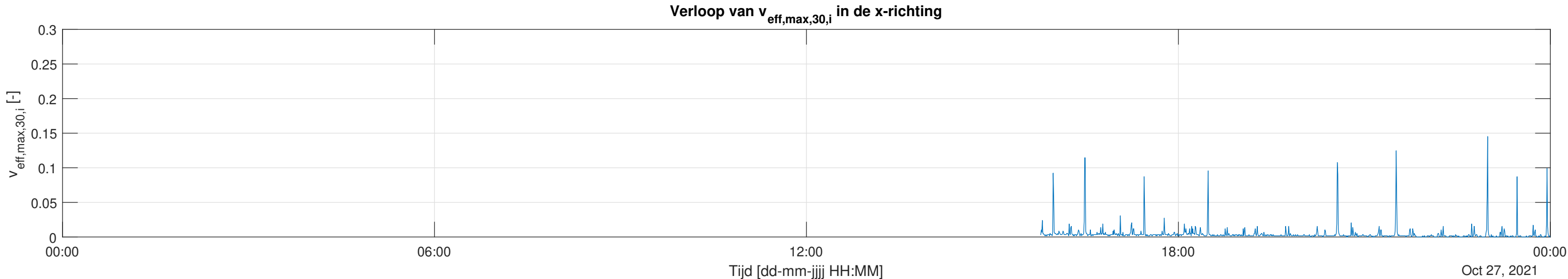
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt2 op 02-Nov-2021



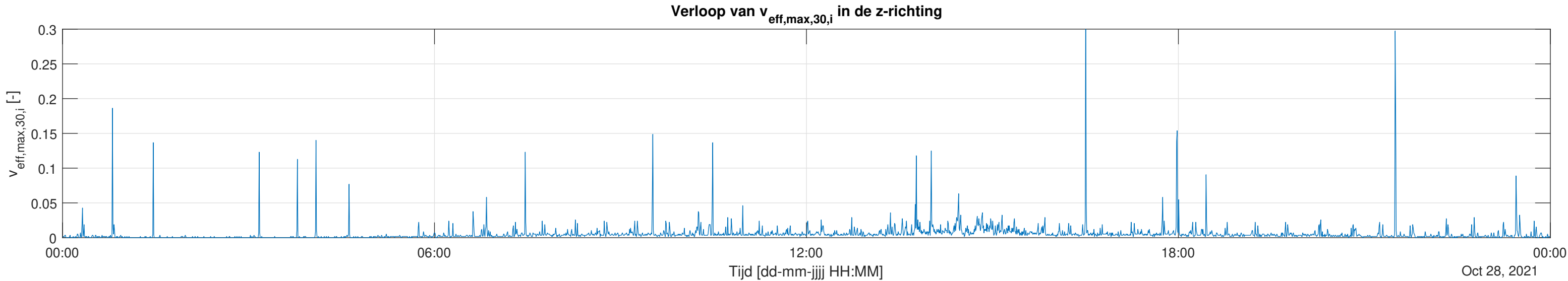
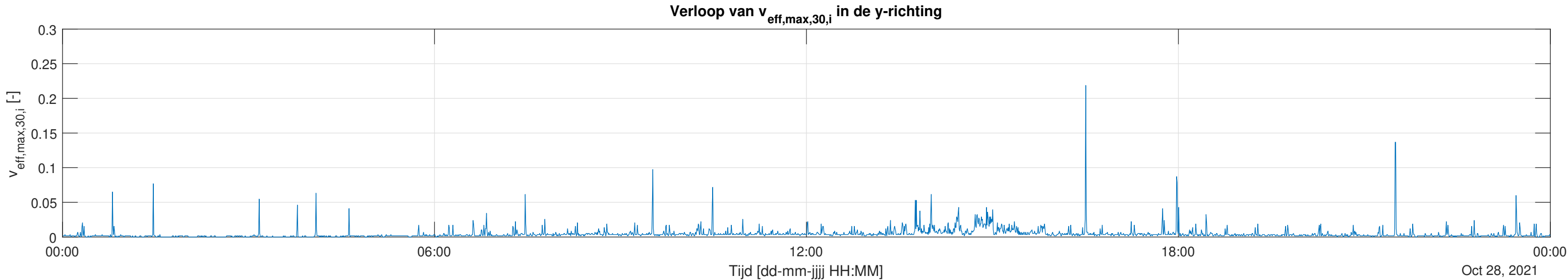
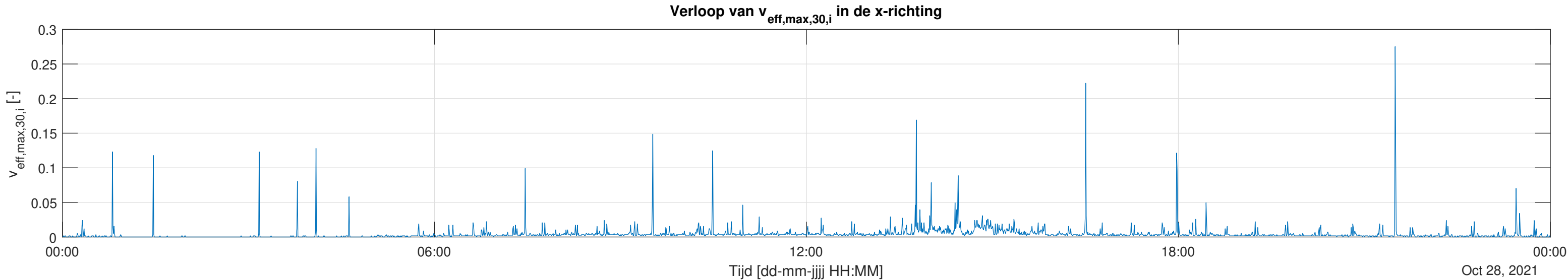
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt2 op 03-Nov-2021



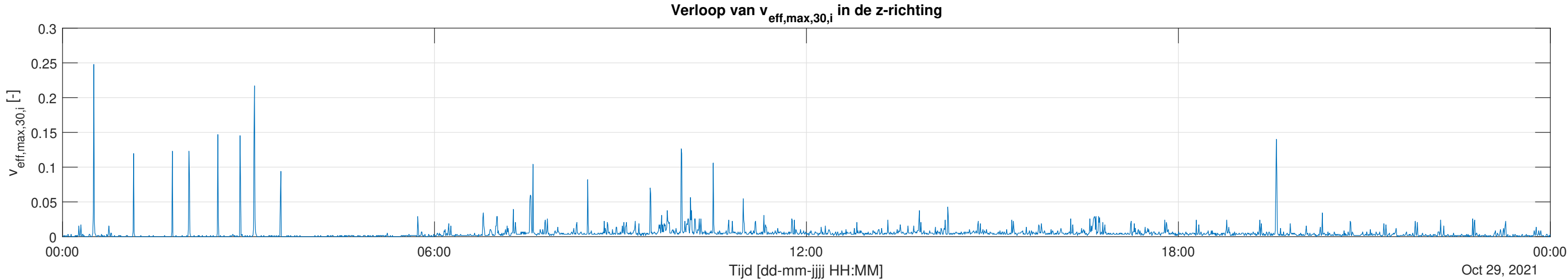
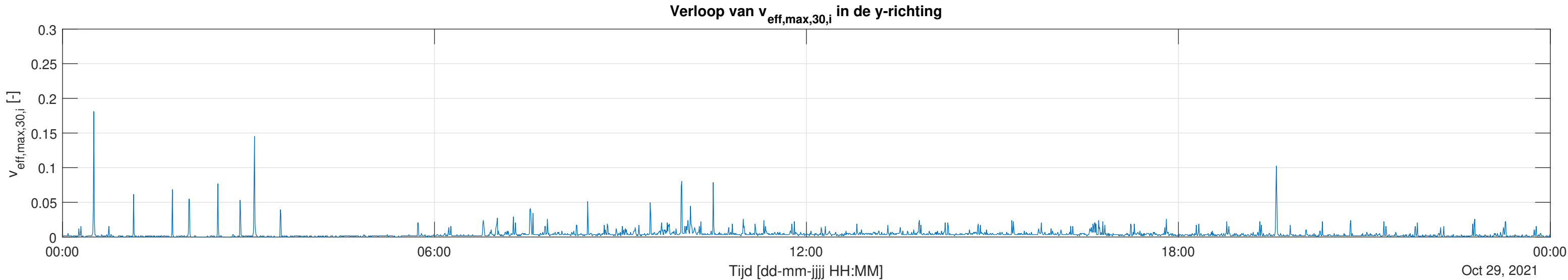
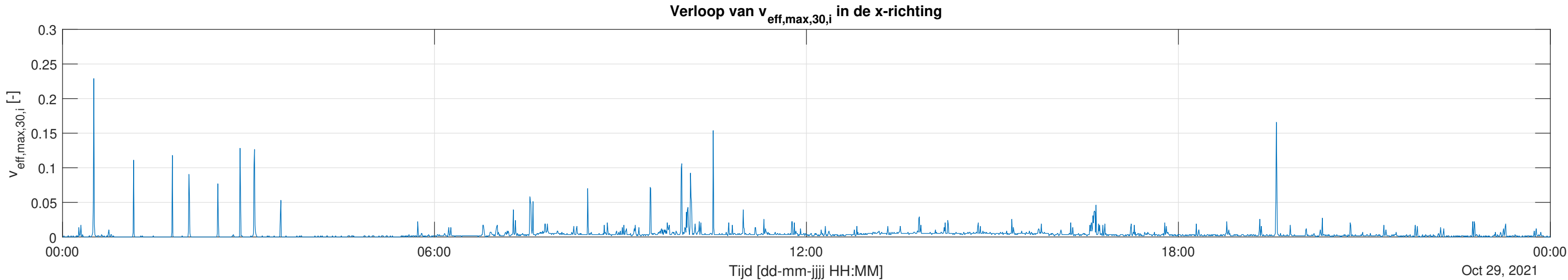
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt3 op 27-Oct-2021



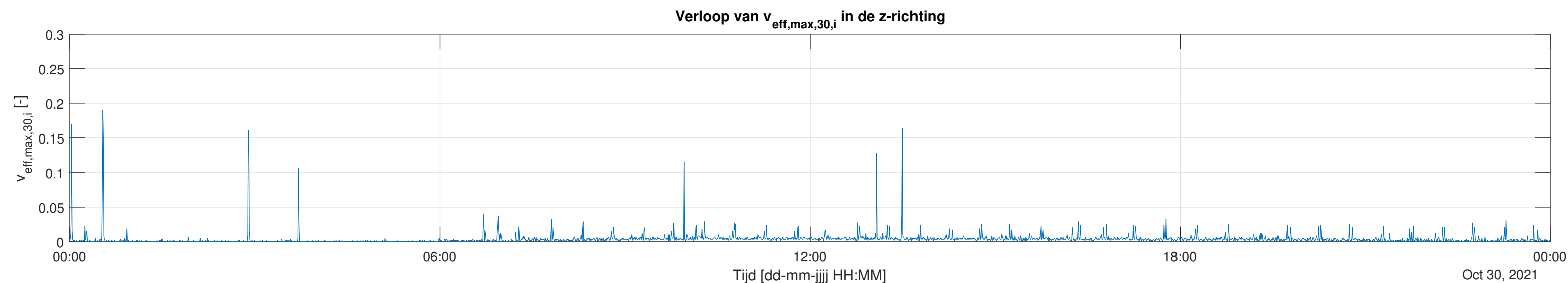
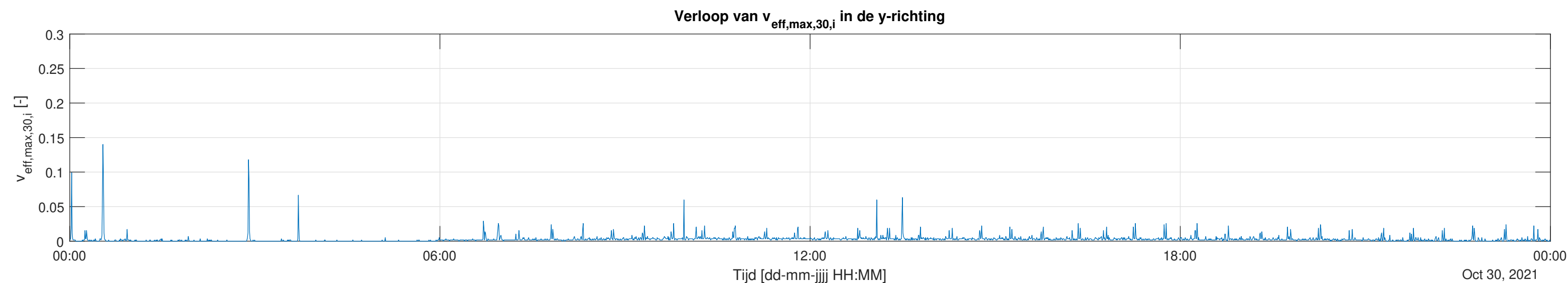
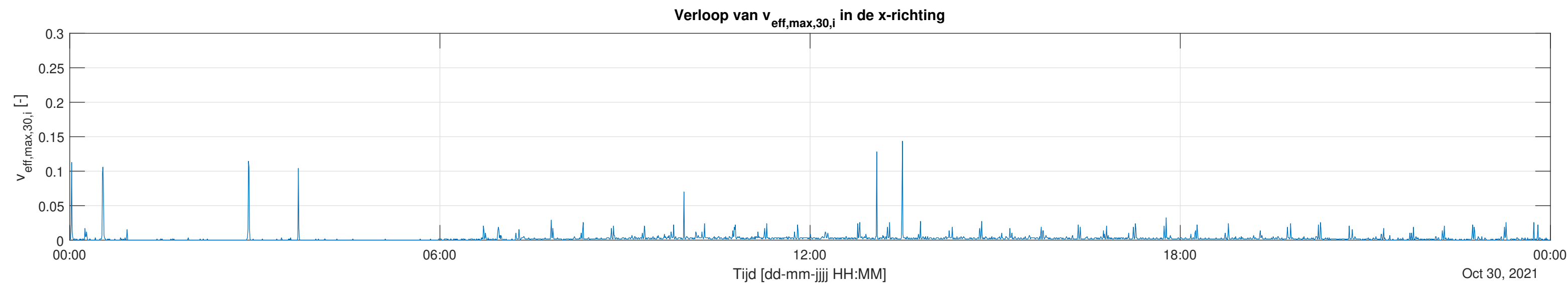
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt3 op 28-Oct-2021



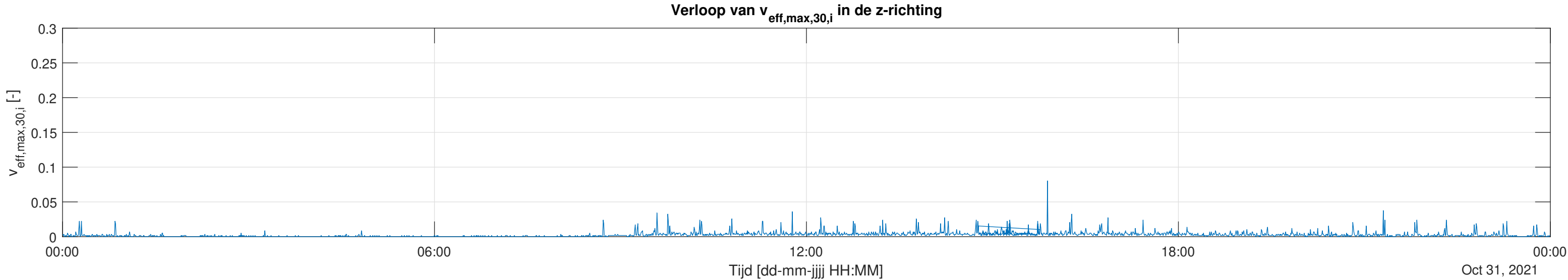
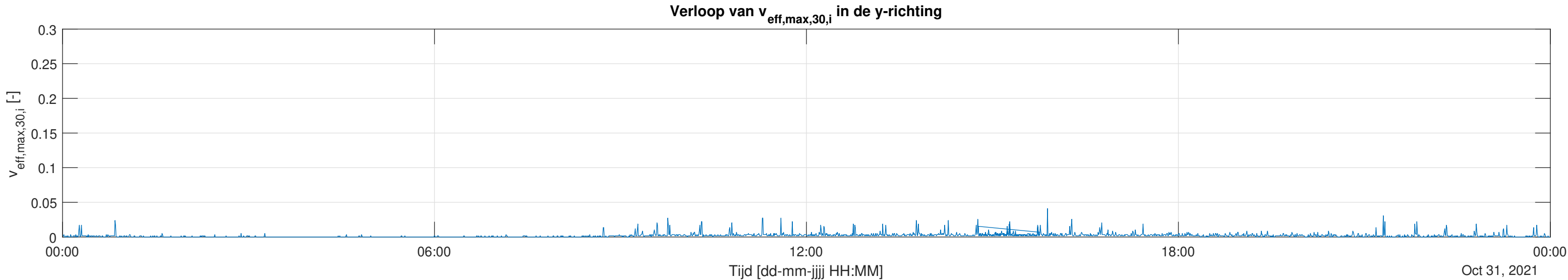
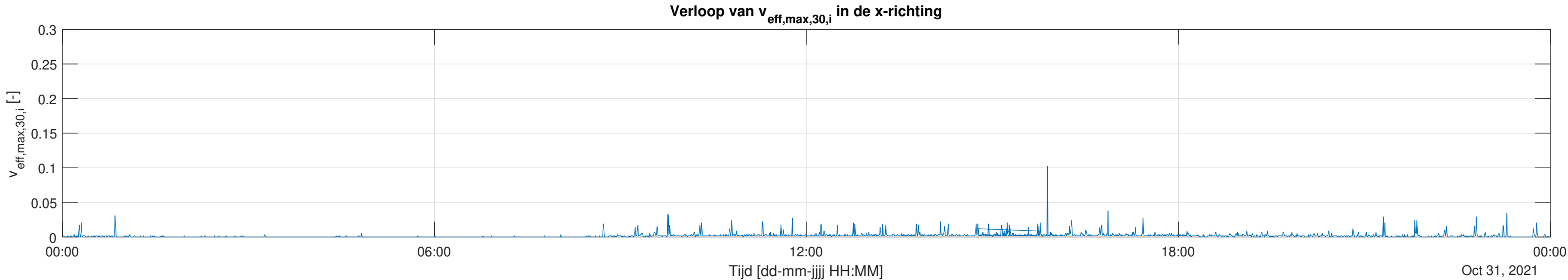
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt3 op 29-Oct-2021



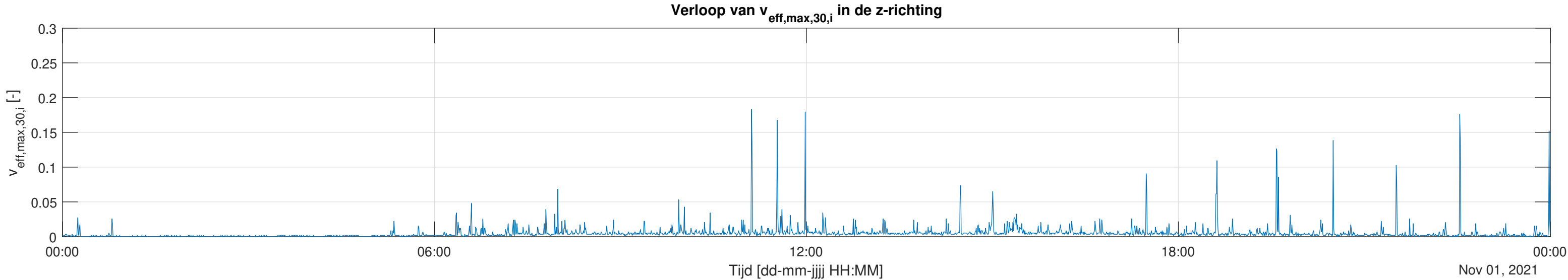
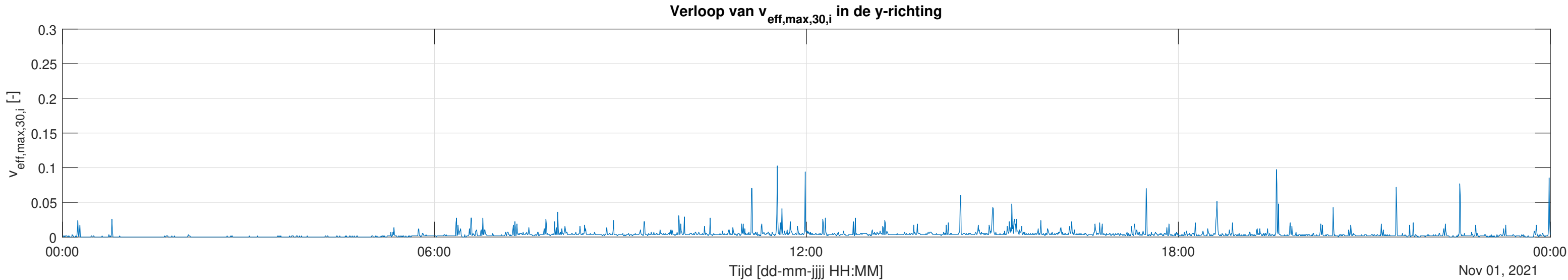
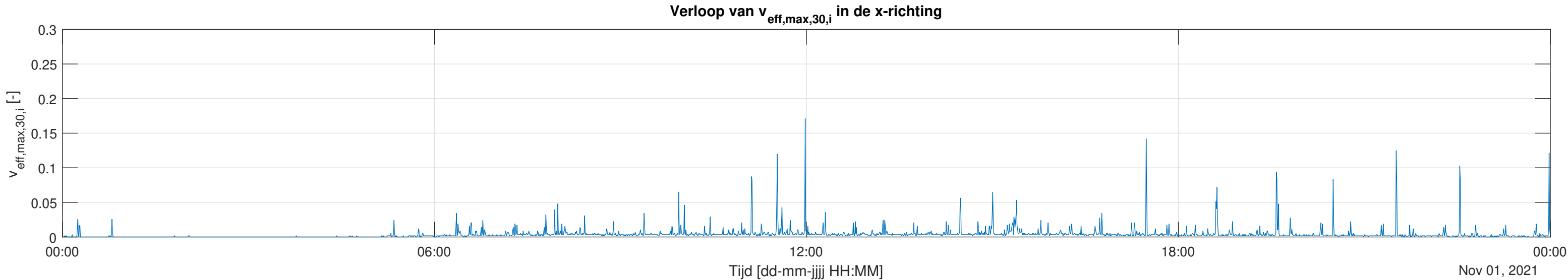
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij meetpunt3 op 30-Oct-2021



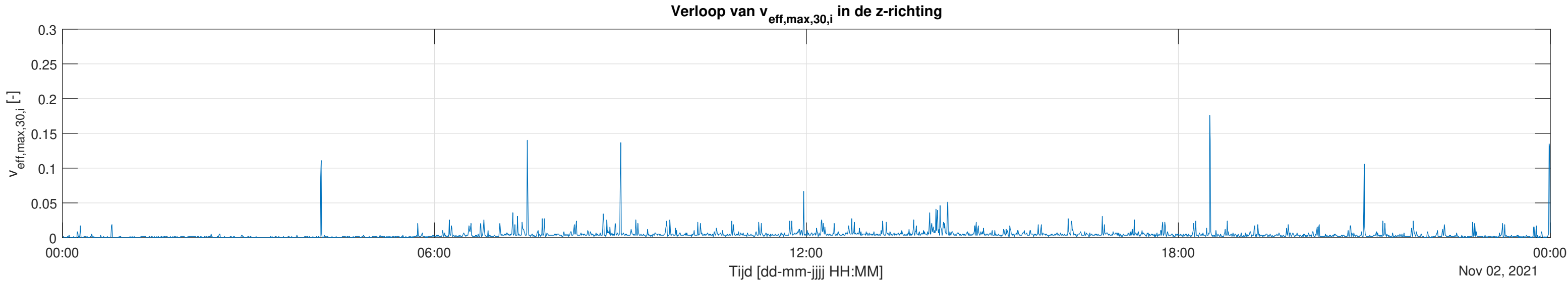
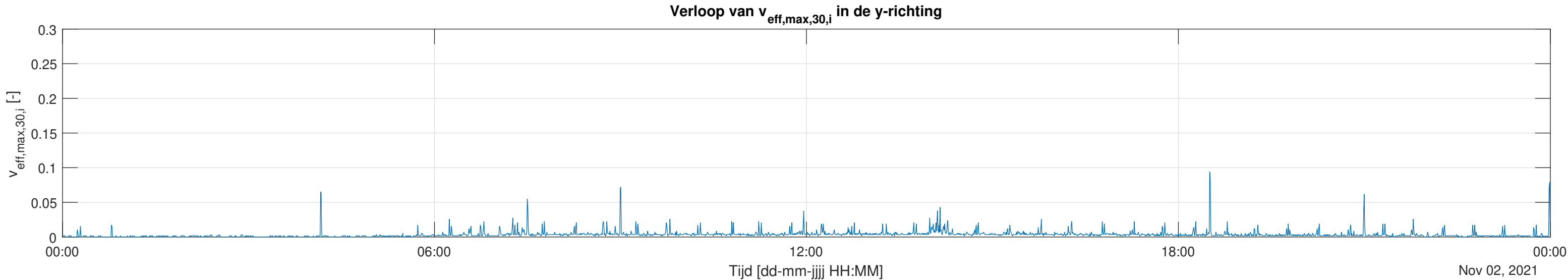
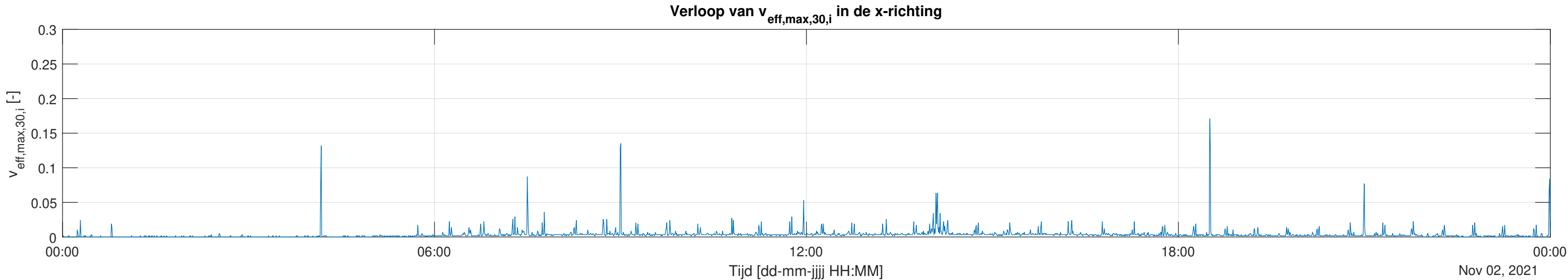
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt3 op 31-Oct-2021



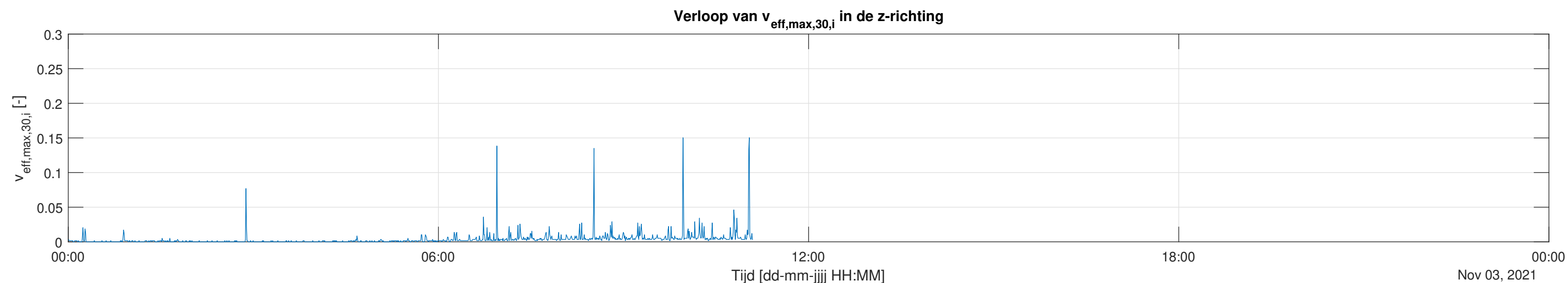
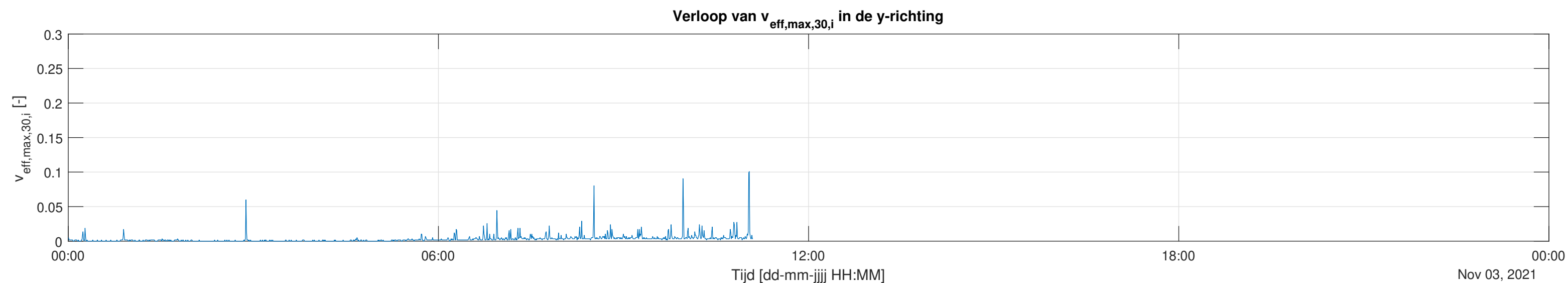
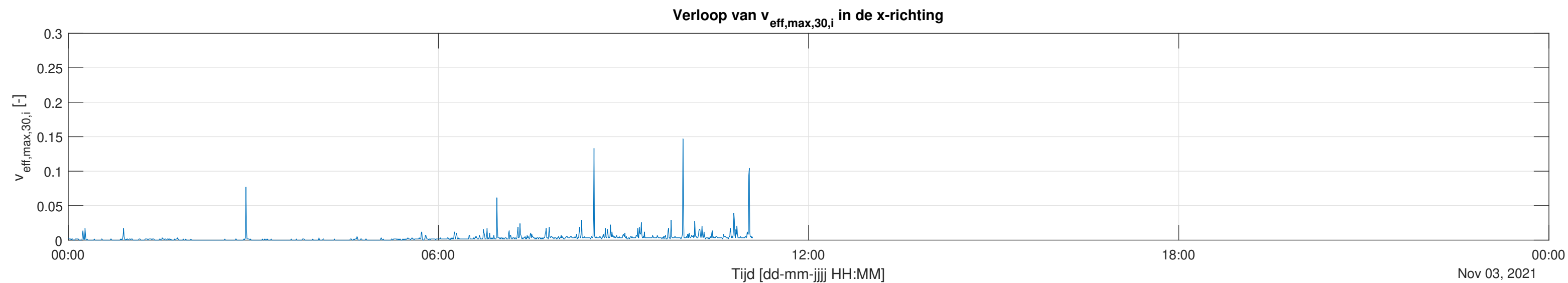
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt3 op 01-Nov-2021



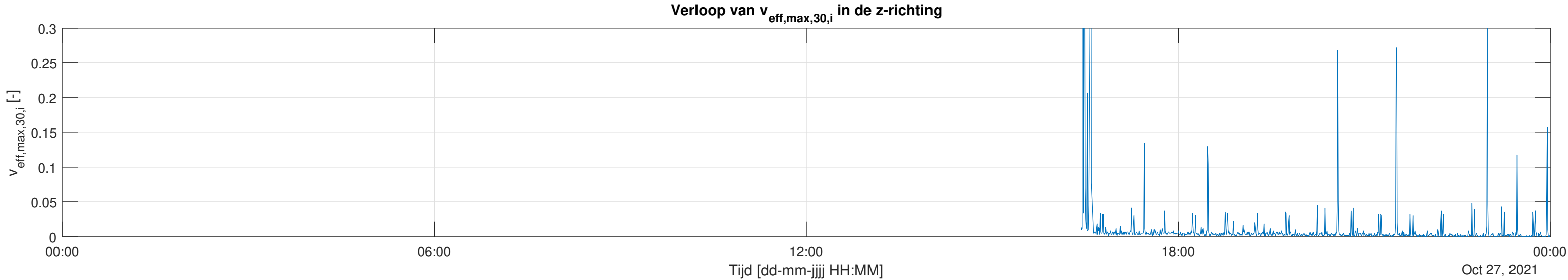
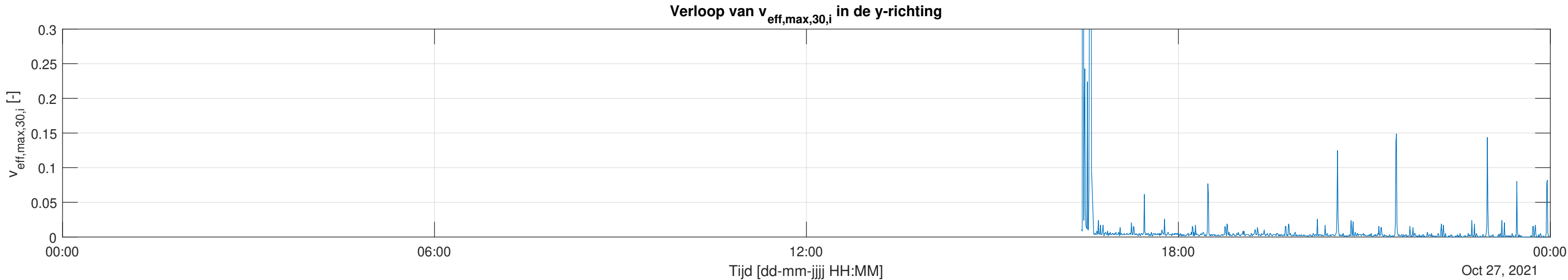
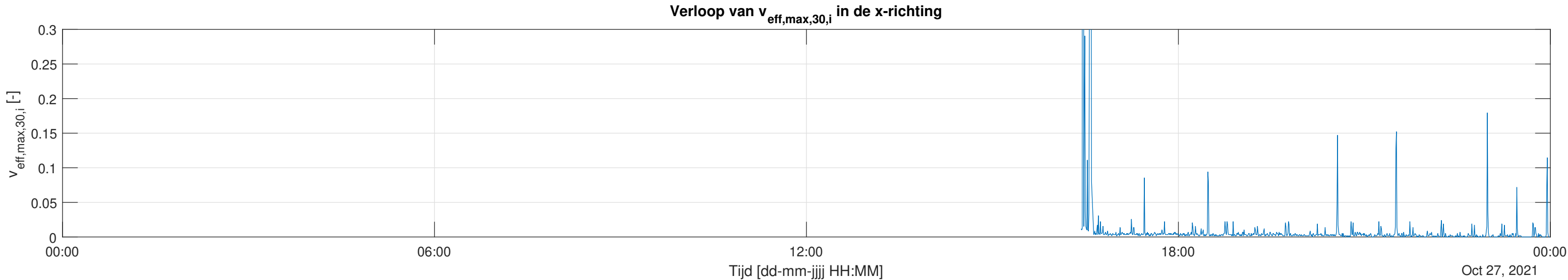
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt3 op 02-Nov-2021



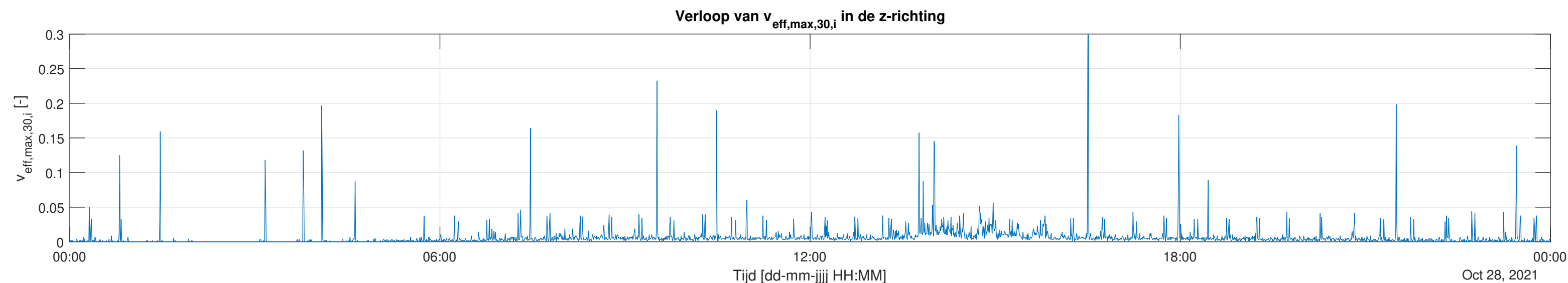
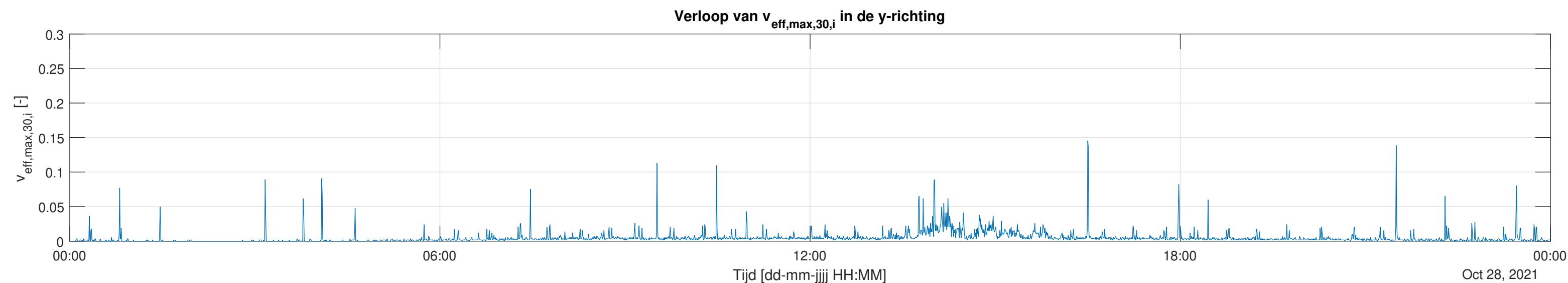
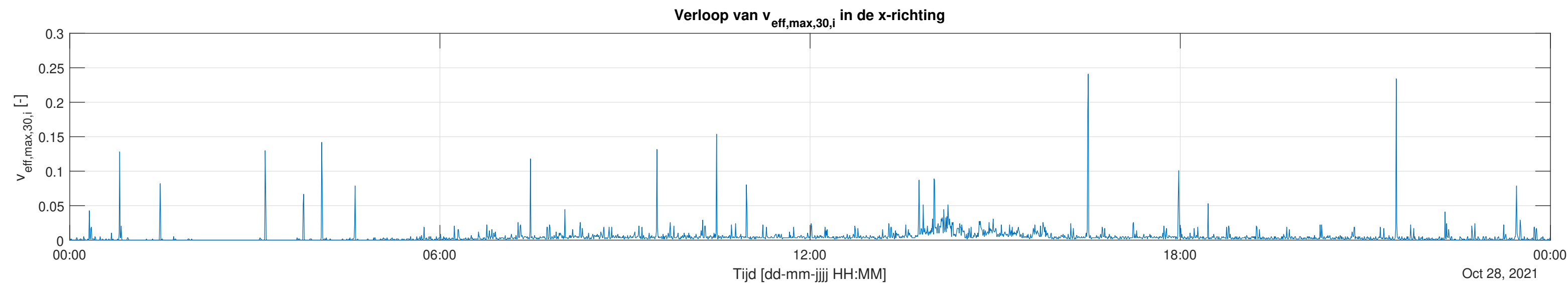
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij meetpunt3 op 03-Nov-2021



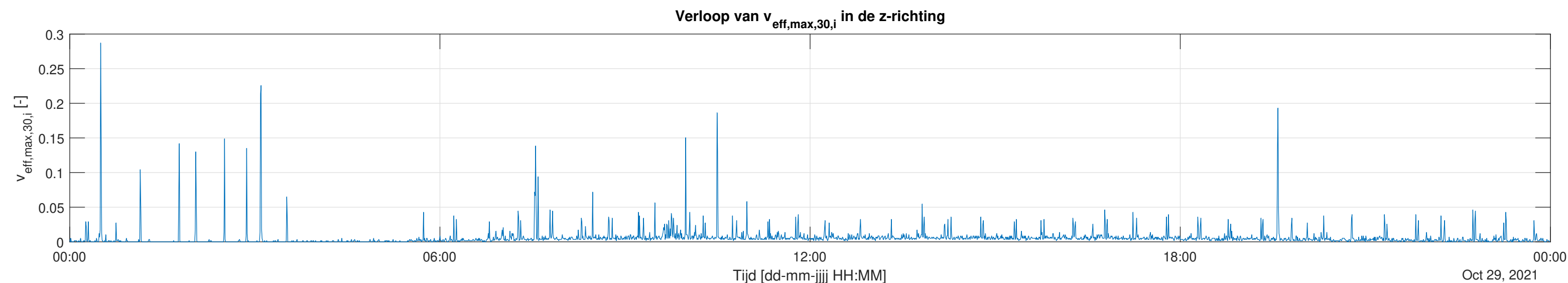
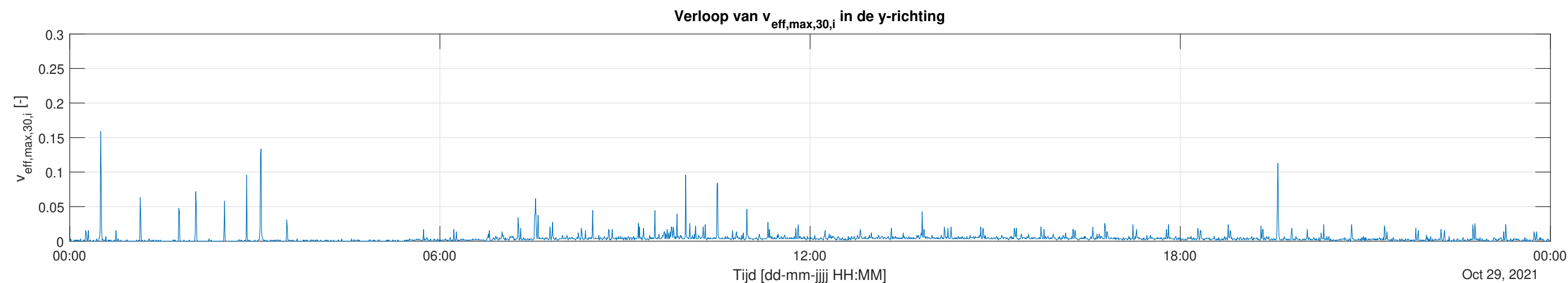
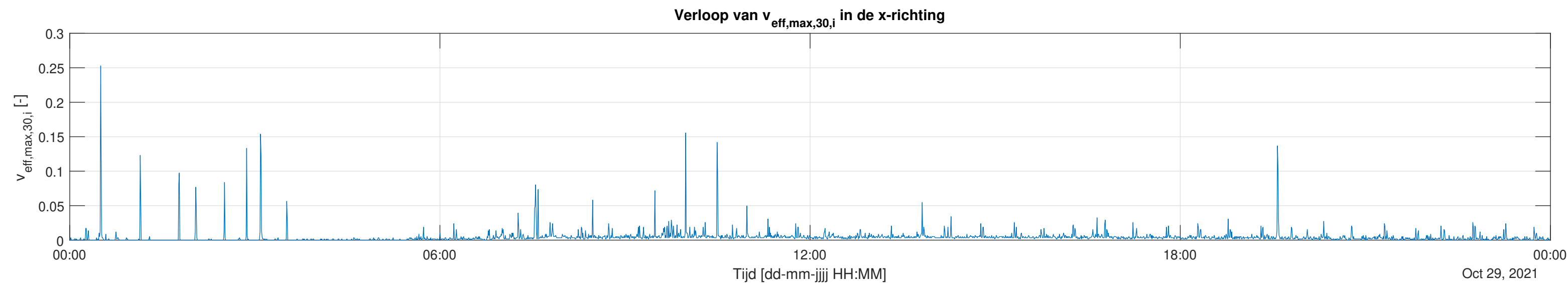
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij meetpunt4 op 27-Oct-2021



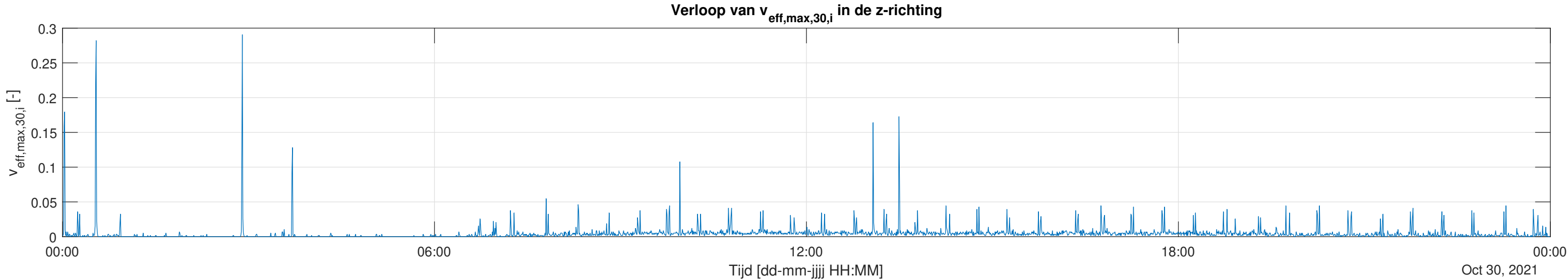
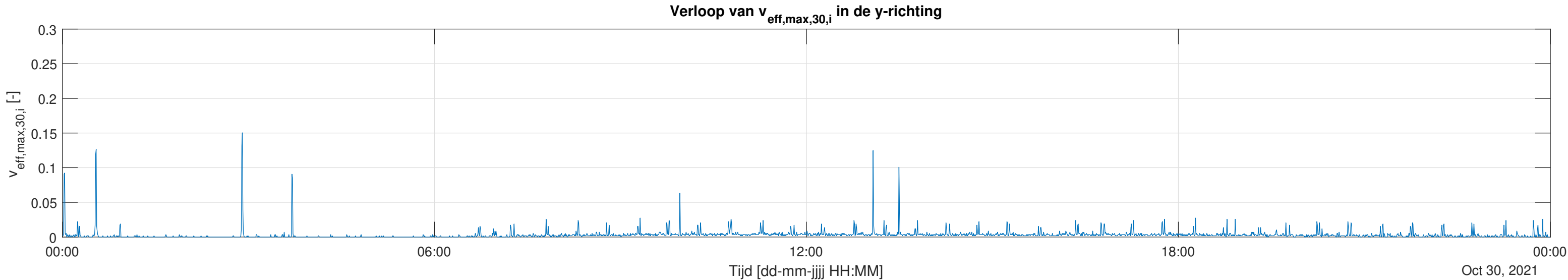
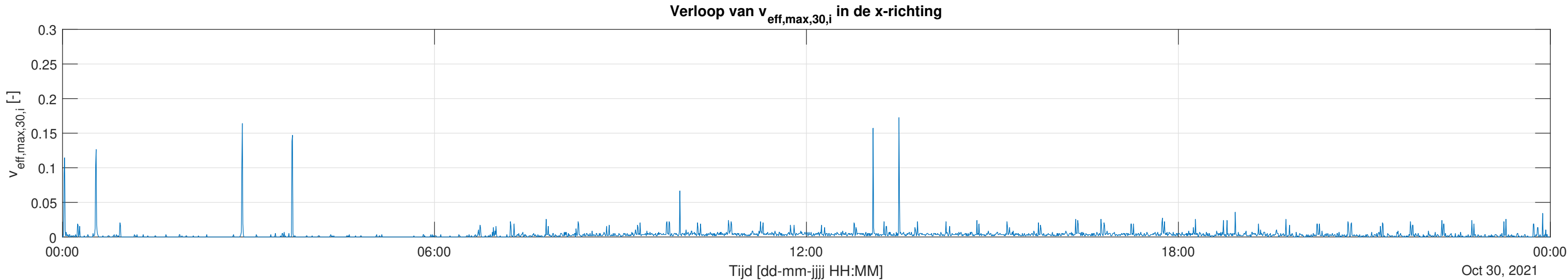
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij meetpunt4 op 28-Oct-2021



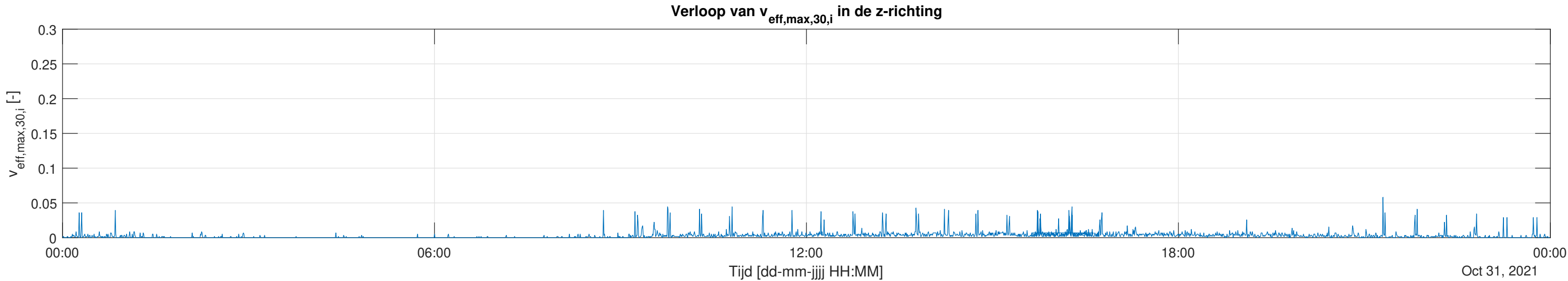
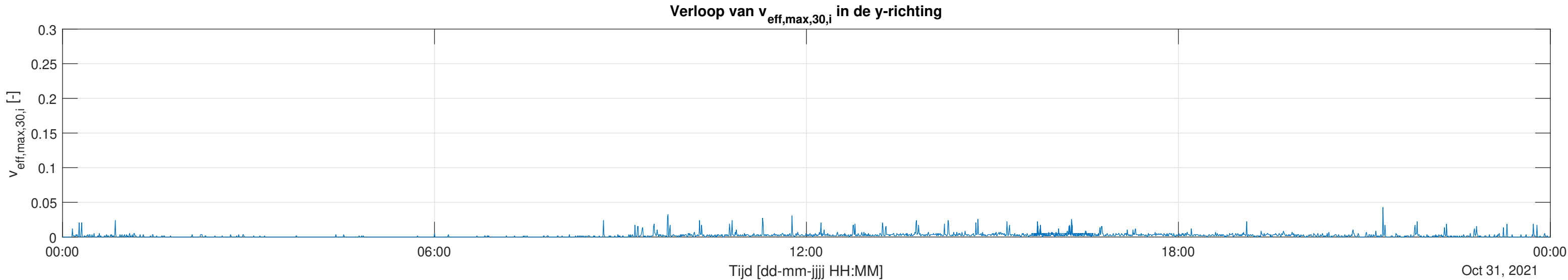
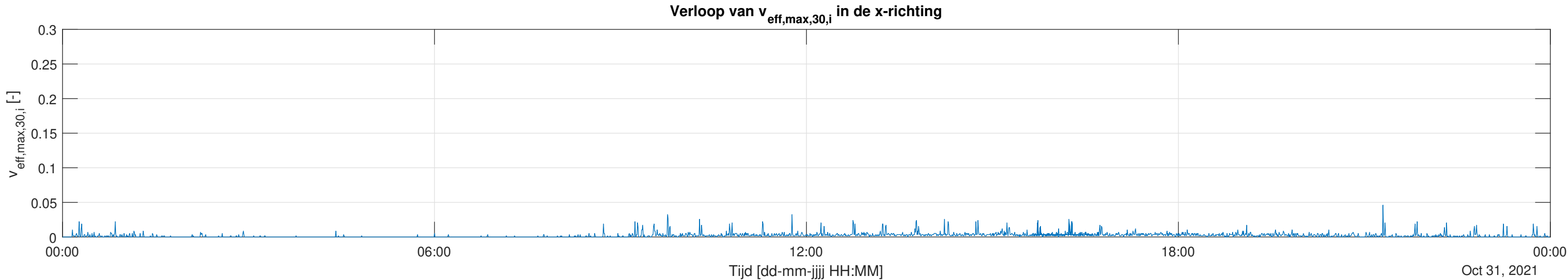
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij meetpunt4 op 29-Oct-2021



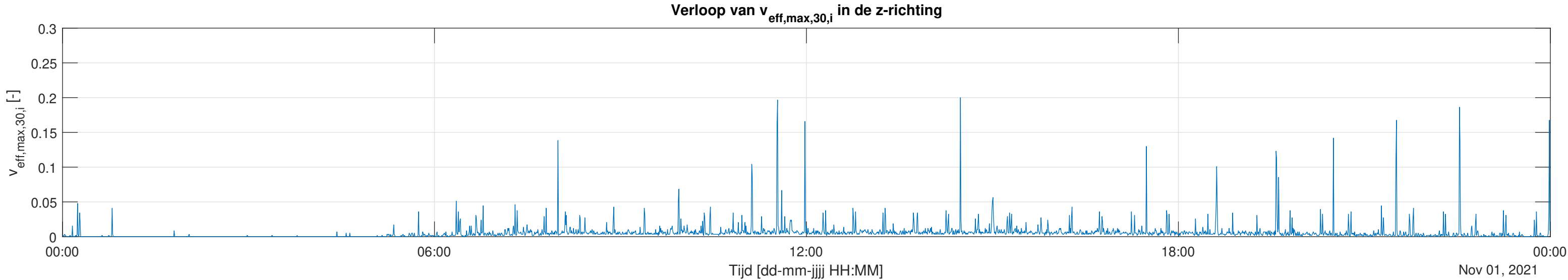
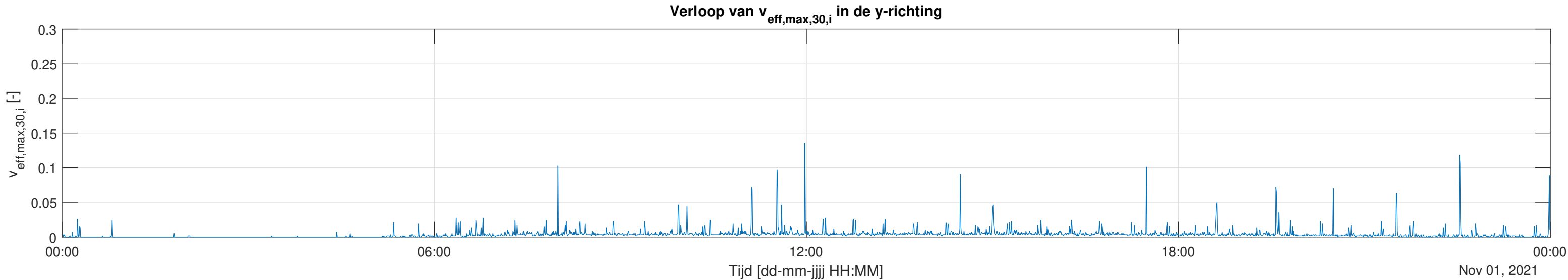
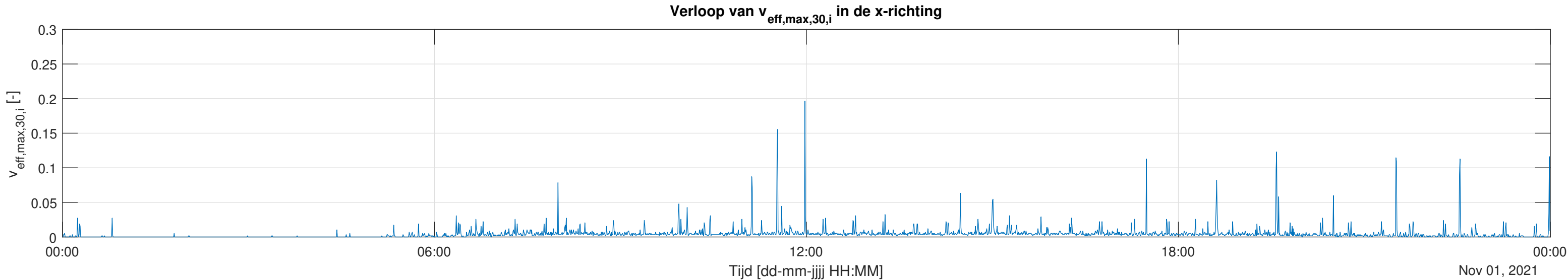
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt4 op 30-Oct-2021



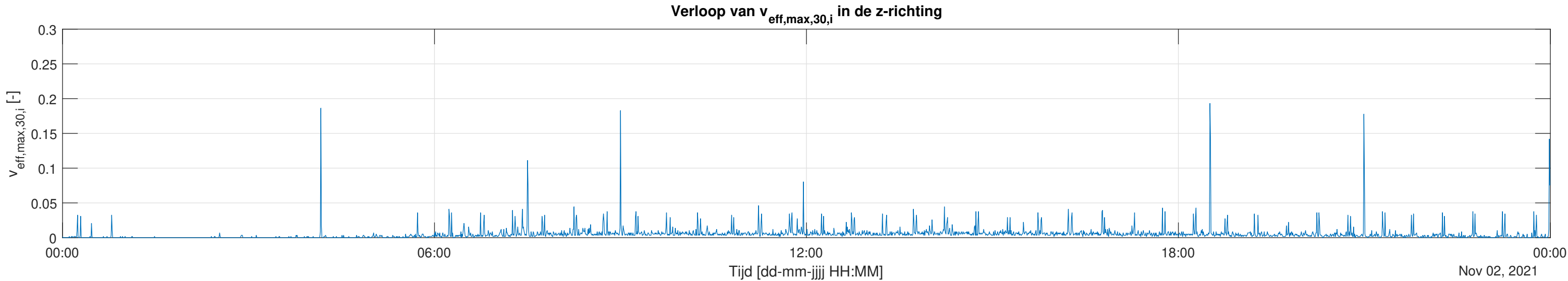
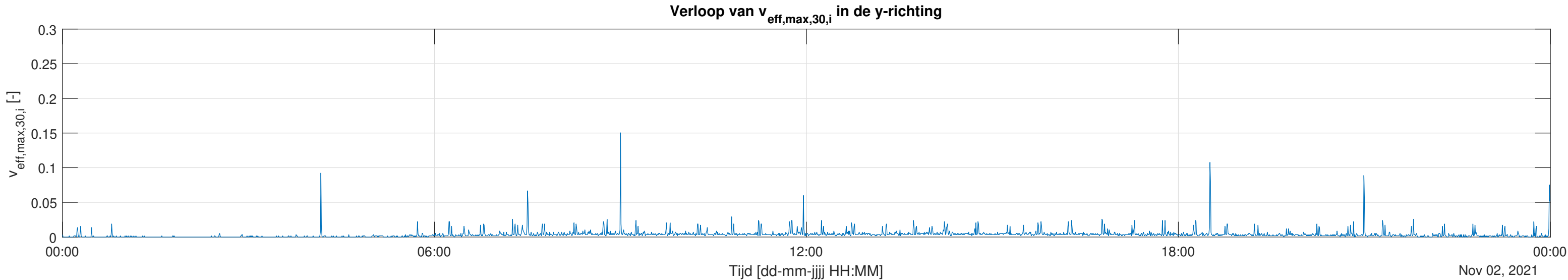
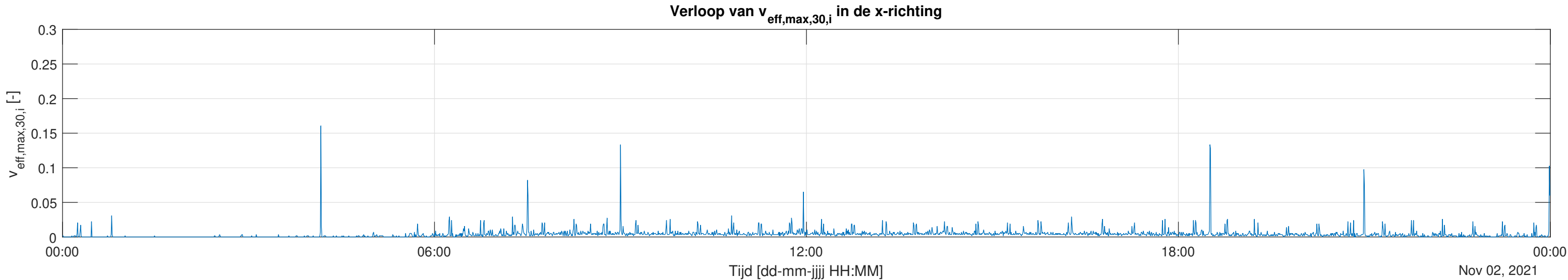
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt4 op 31-Oct-2021



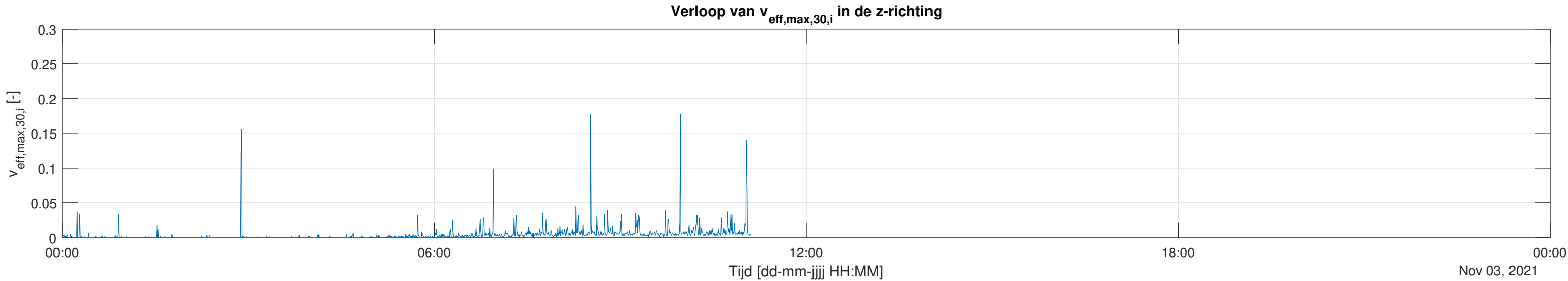
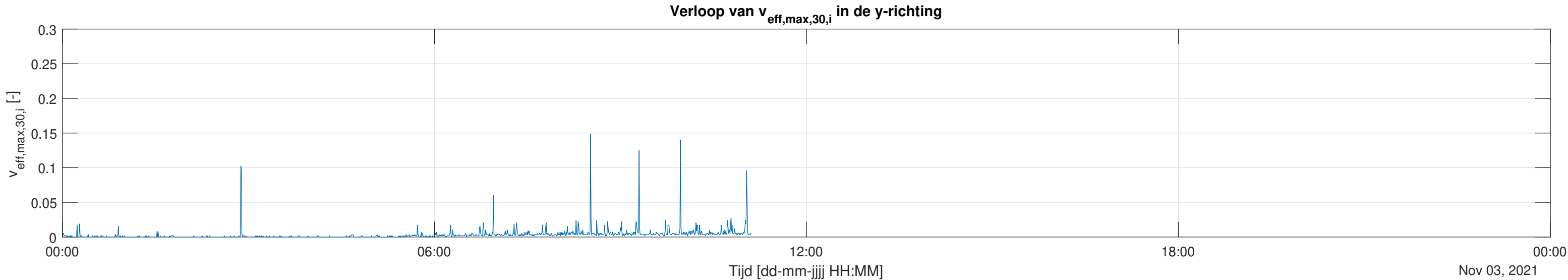
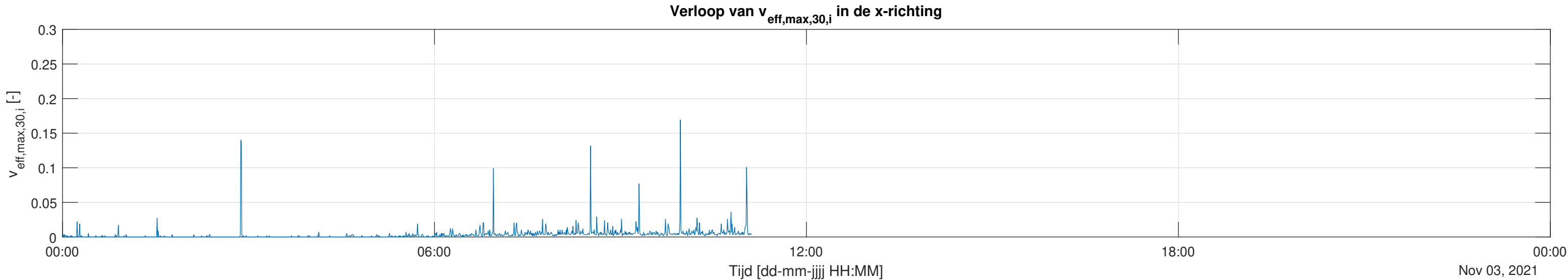
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt4 op 01-Nov-2021



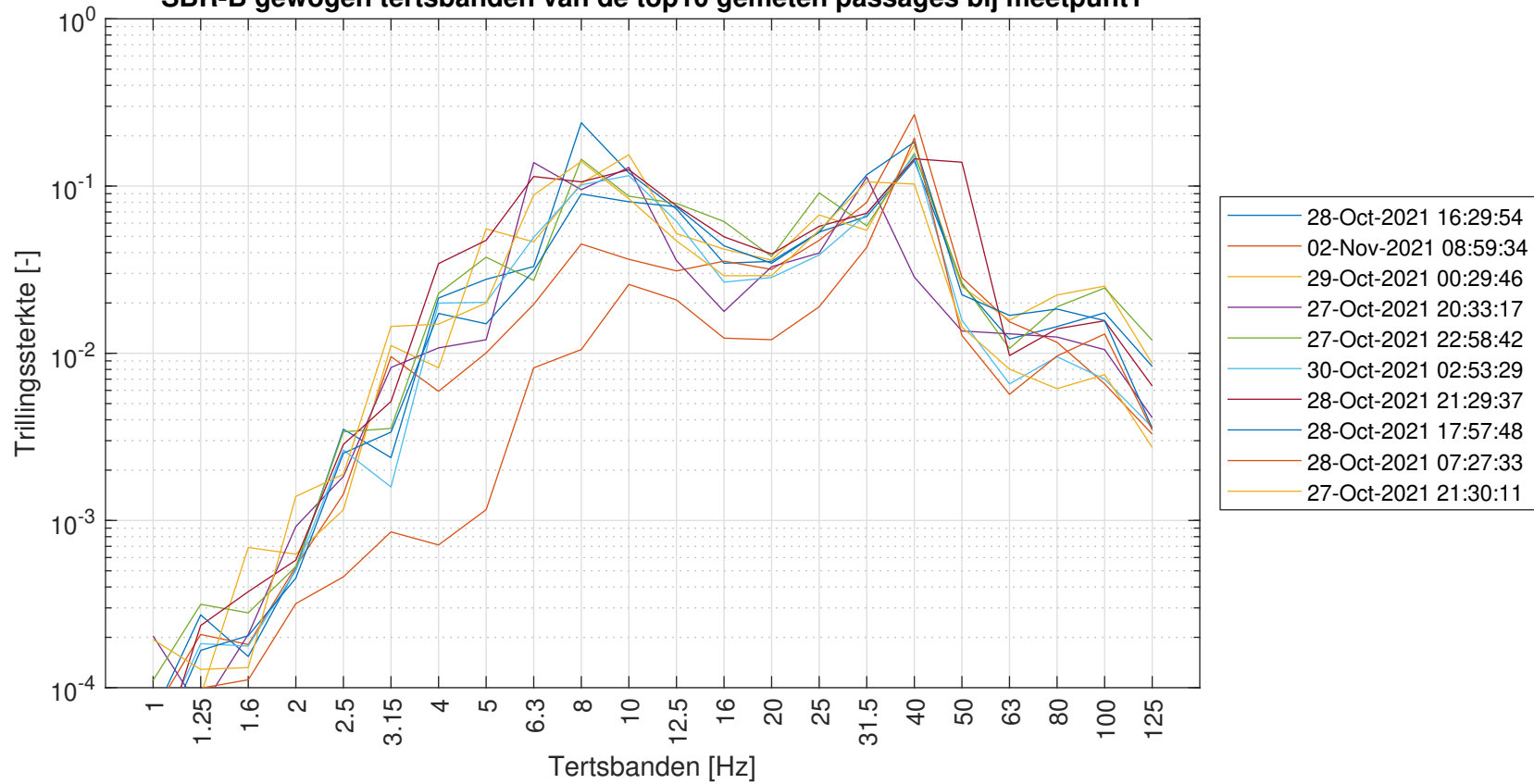
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt4 op 02-Nov-2021



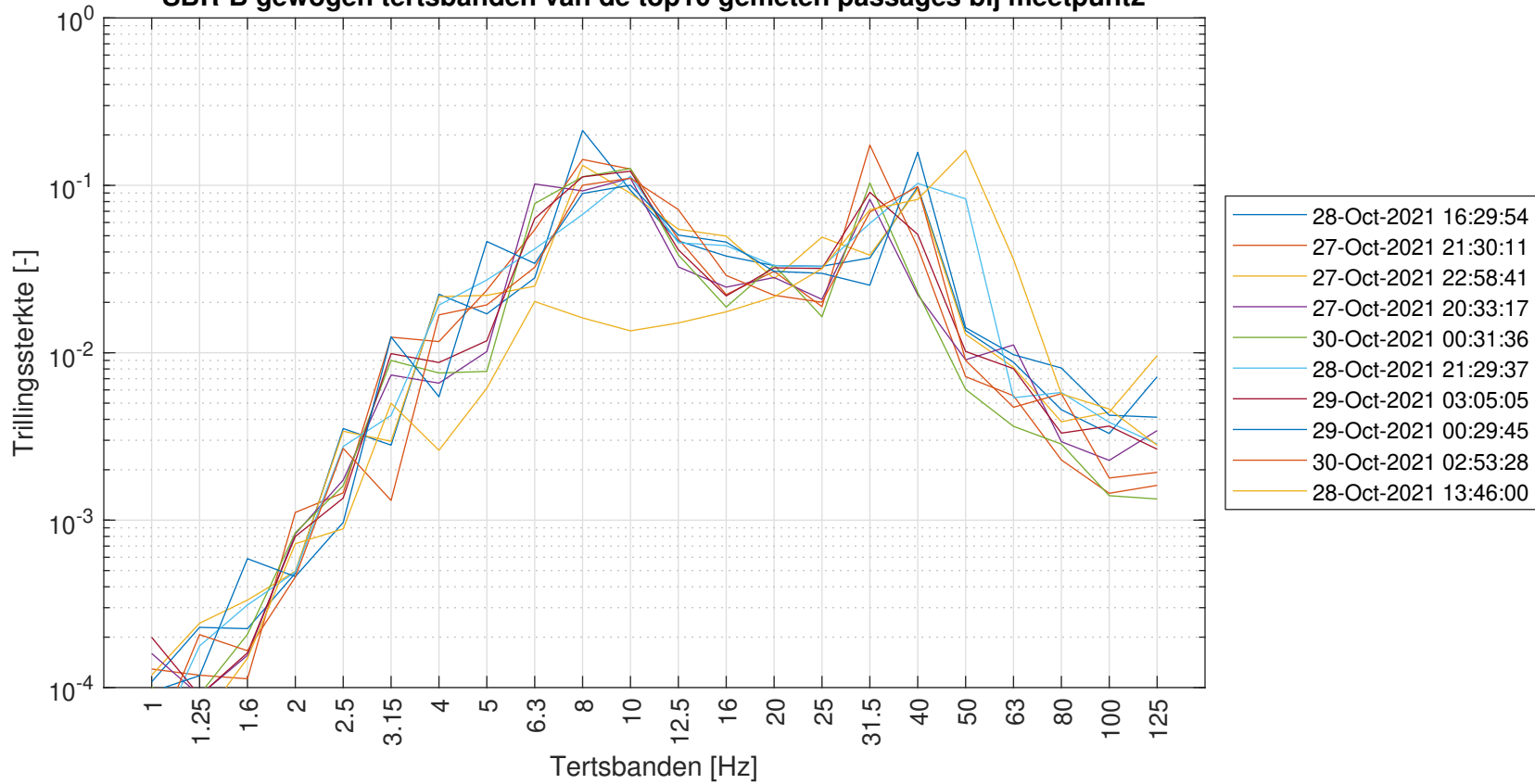
Verloop van v_{eff,max,30,i} gemeten bij meetpunt4 op 03-Nov-2021



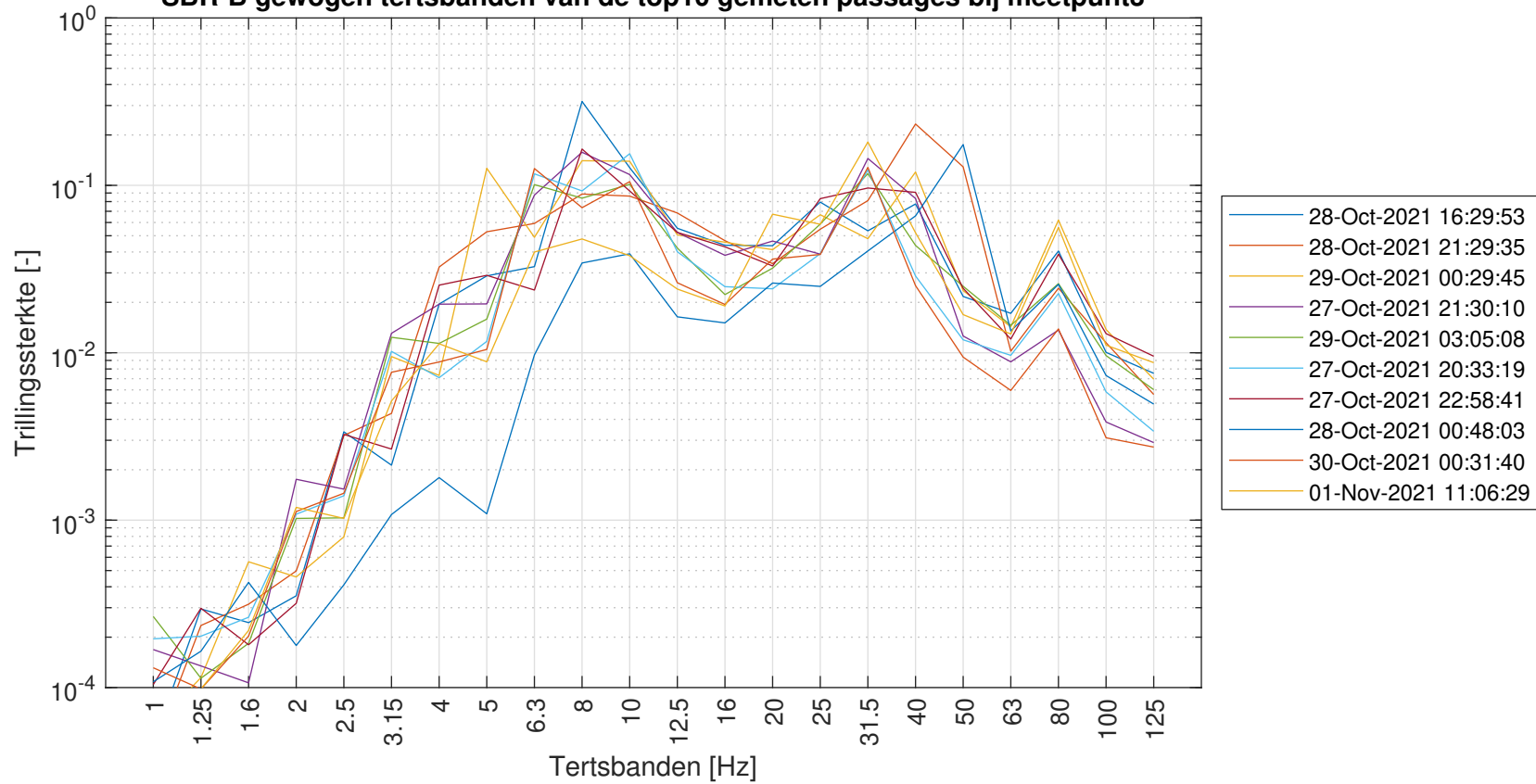
SBR-B gewogen tertsbanden van de top10 gemeten passages bij meetpunt1



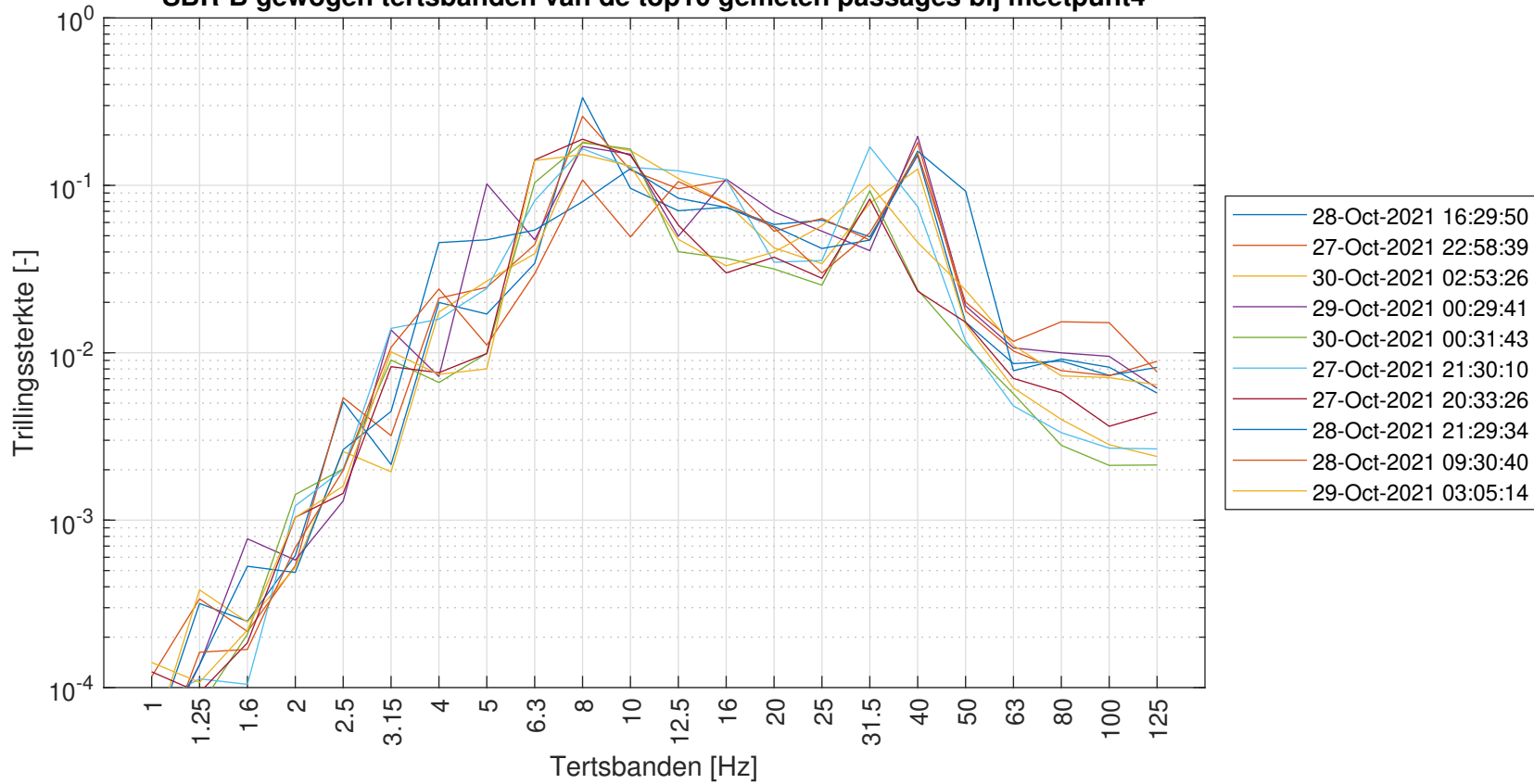
SBR-B gewogen tertsbanden van de top10 gemeten passages bij meetpunt2



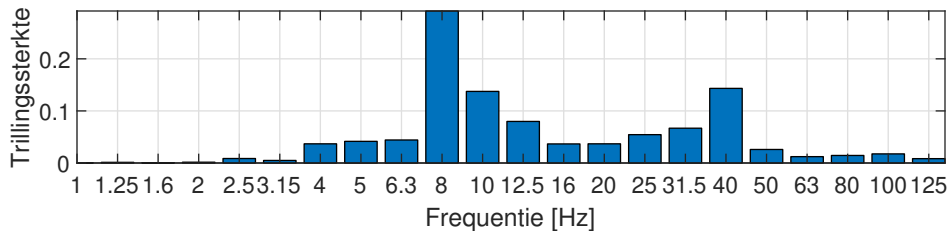
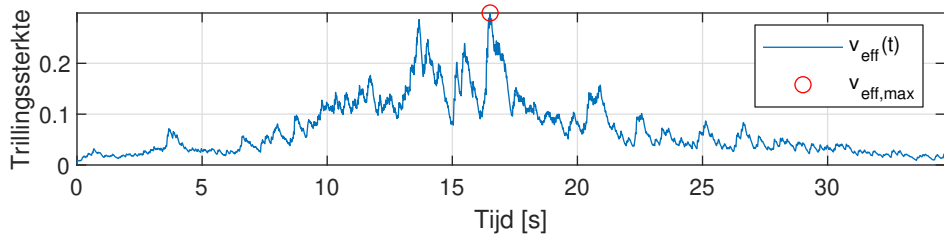
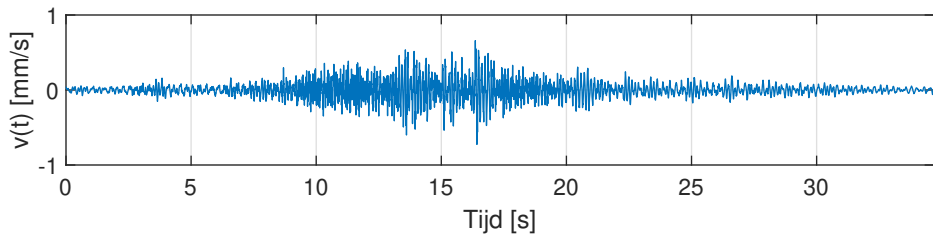
SBR-B gewogen tertsbanden van de top10 gemeten passages bij meetpunt3



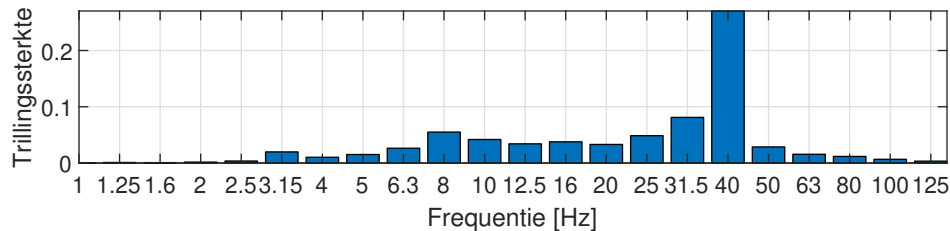
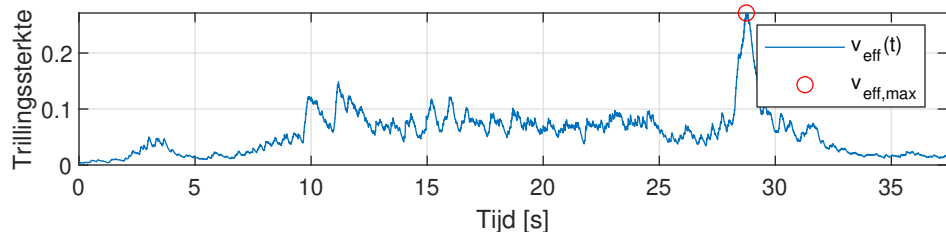
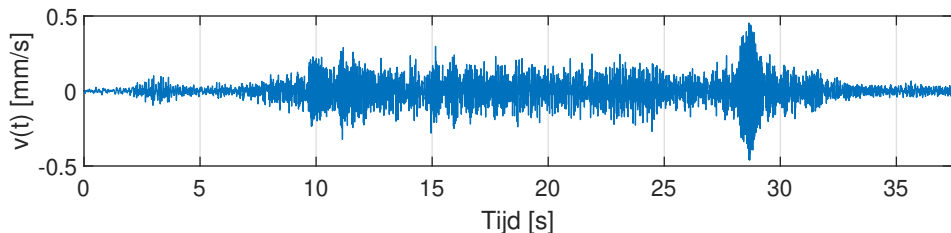
SBR-B gewogen tertsbanden van de top10 gemeten passages bij meetpunt4



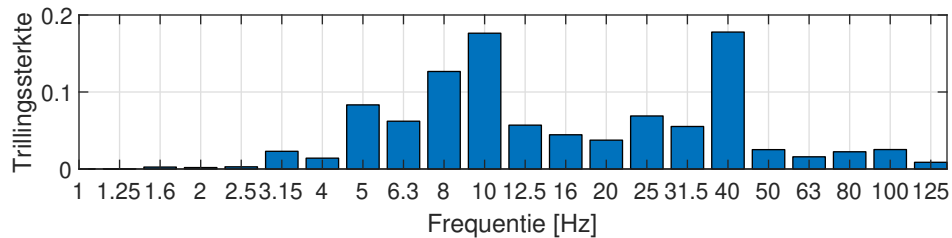
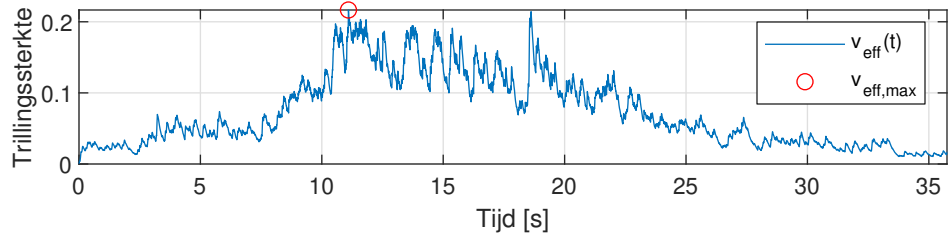
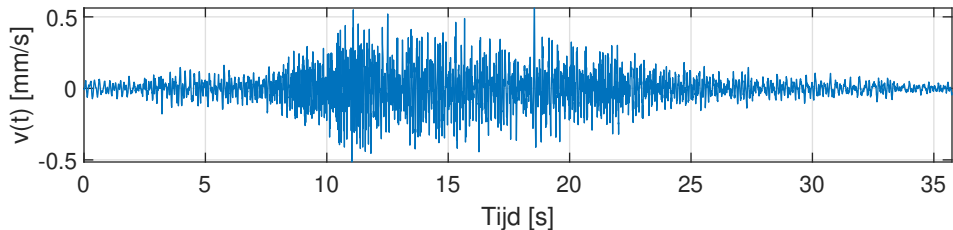
Treinpassage gemeten bij meetpunt1 om 2021-10-28 16:29



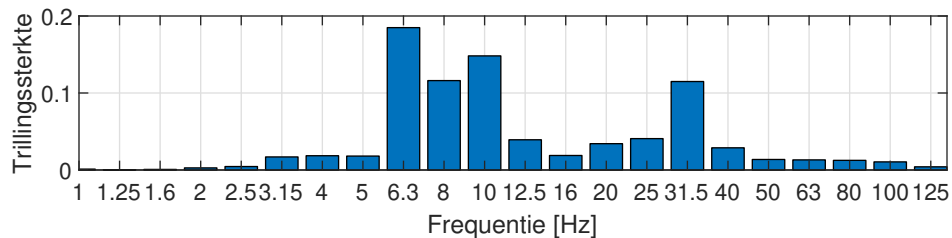
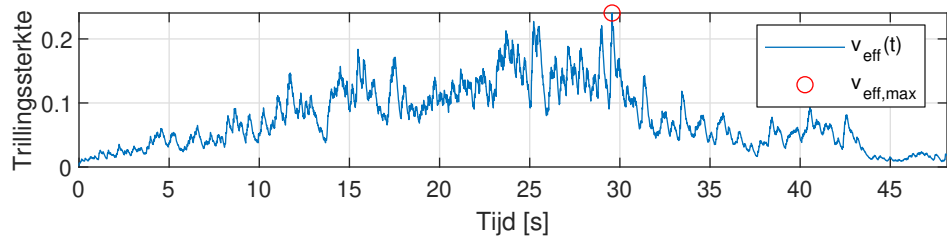
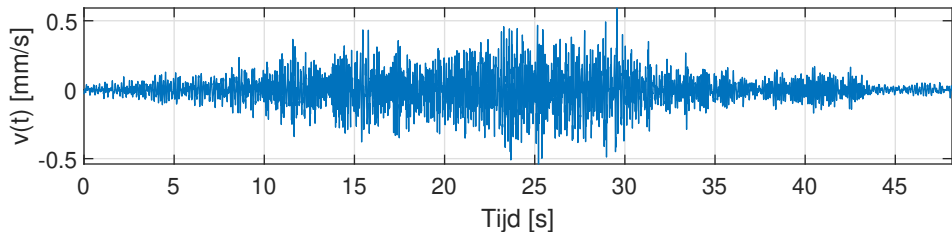
Treinpassage gemeten bij meetpunt1 om 2021-11-02 08:59



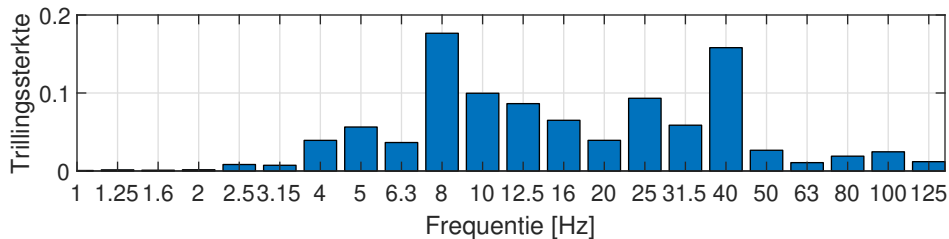
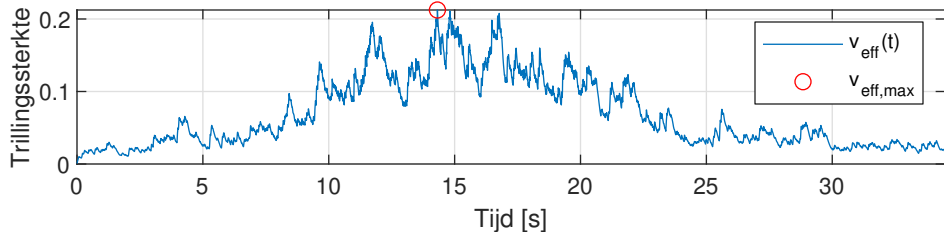
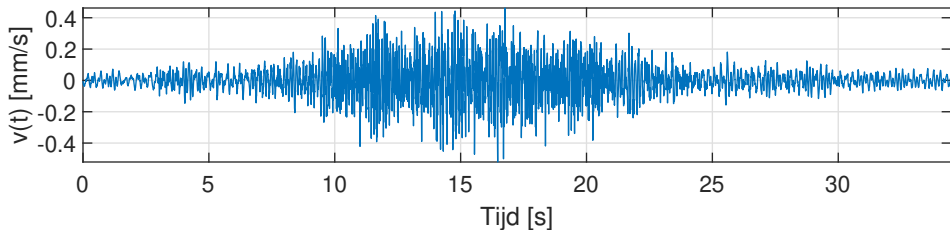
Treinpassage gemeten bij meetpunt1 om 2021-10-29 00:29



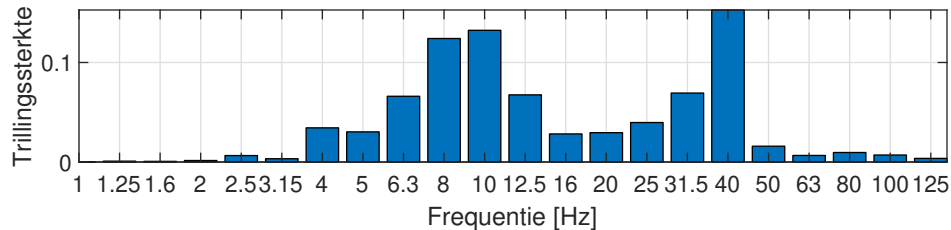
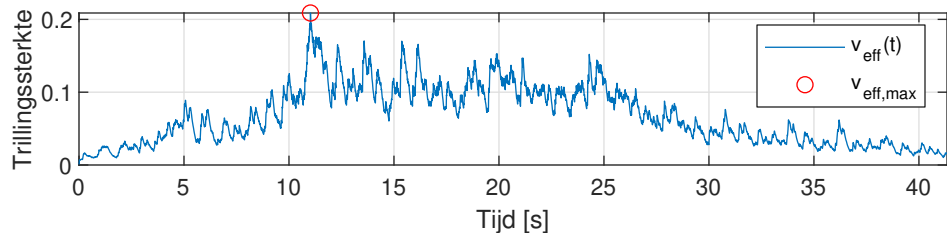
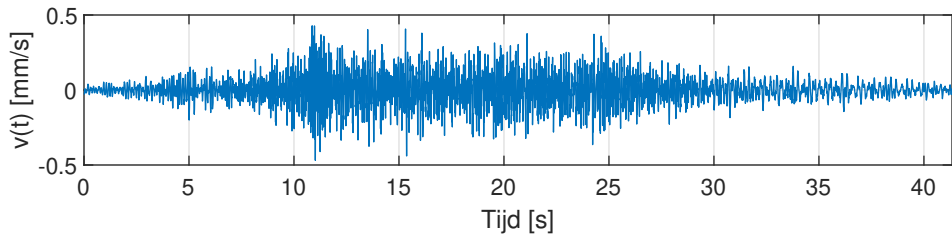
Treinpassage gemeten bij meetpunt1 om 2021-10-27 20:33



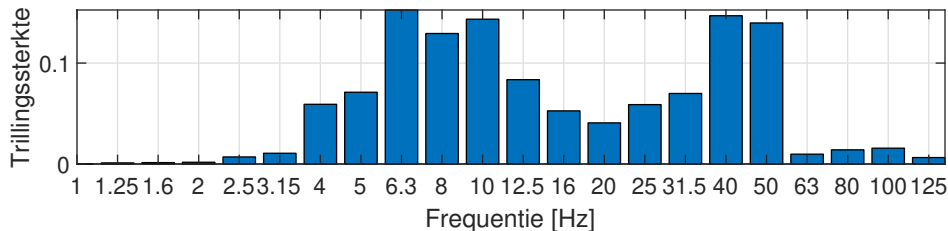
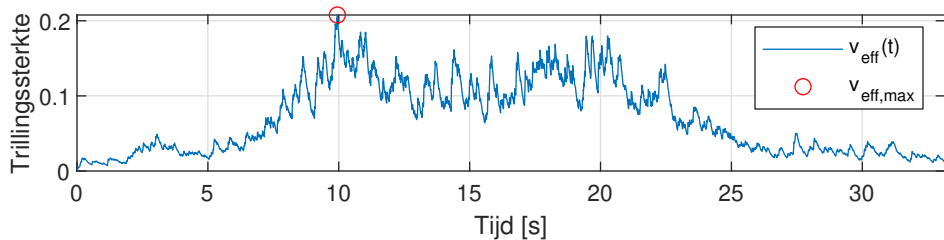
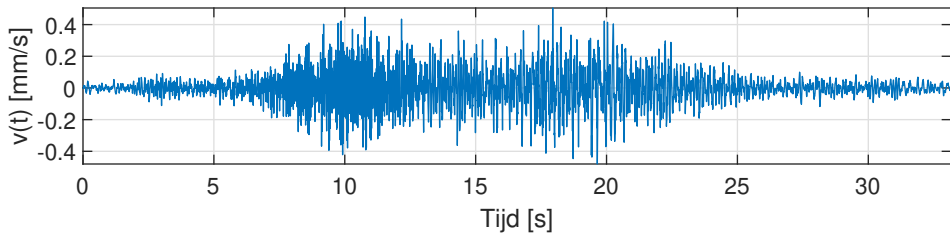
Treinpassage gemeten bij meetpunt1 om 2021-10-27 22:58



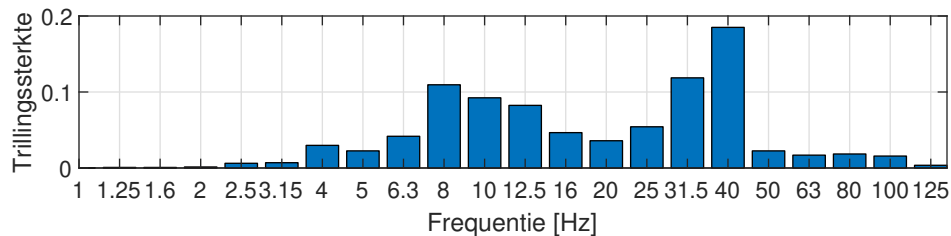
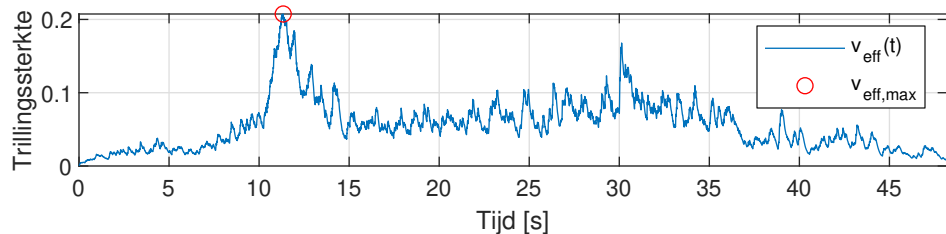
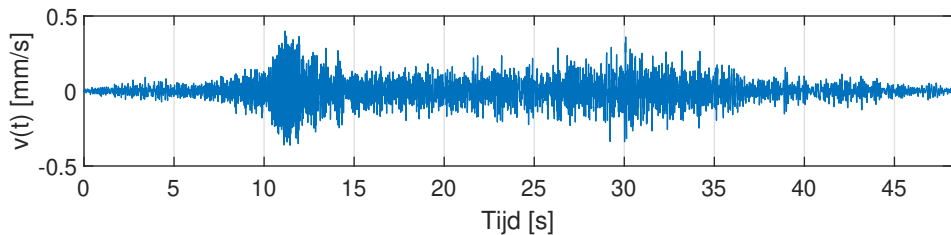
Treinpassage gemeten bij meetpunt1 om 2021-10-30 02:53



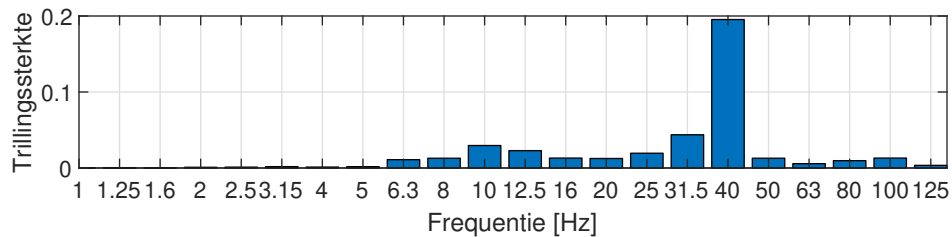
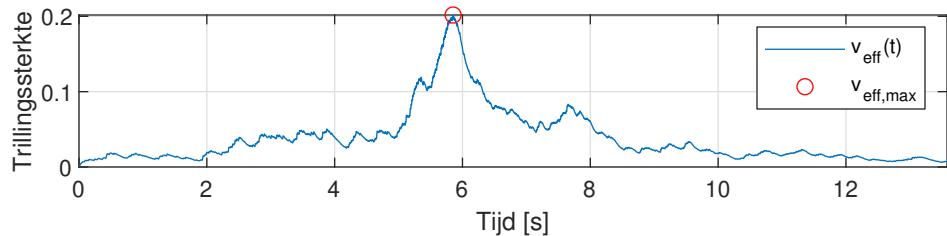
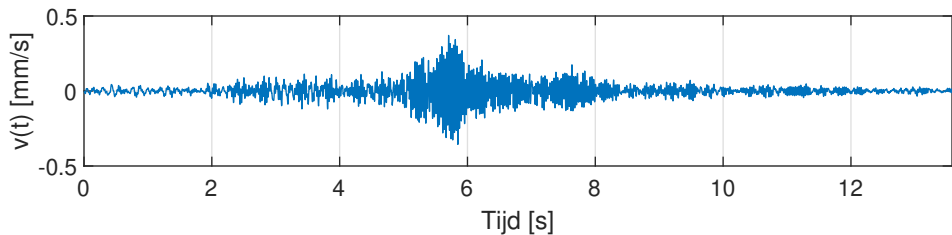
Treinpassage gemeten bij meetpunt1 om 2021-10-28 21:29



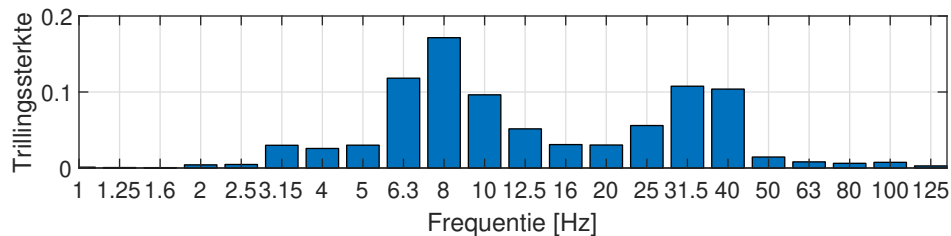
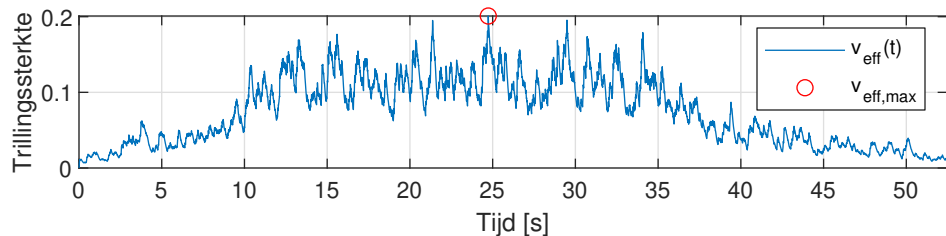
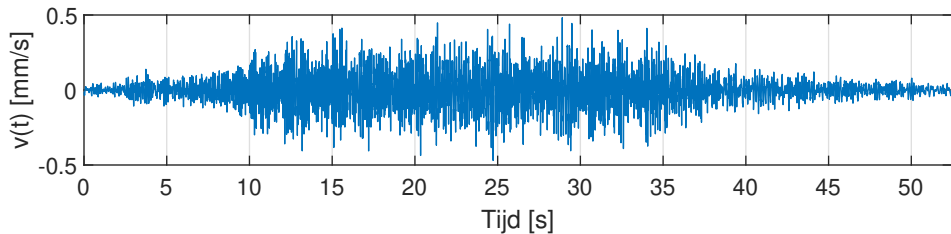
Treinpassage gemeten bij meetpunt1 om 2021-10-28 17:57



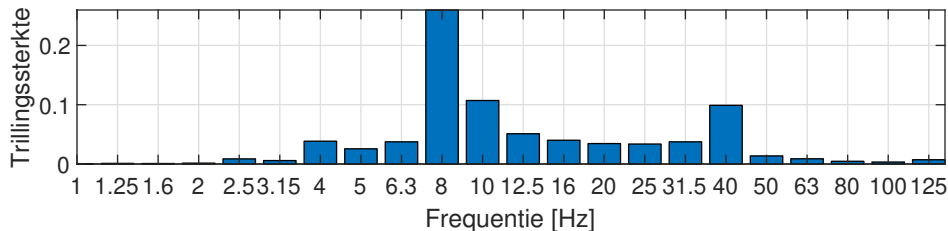
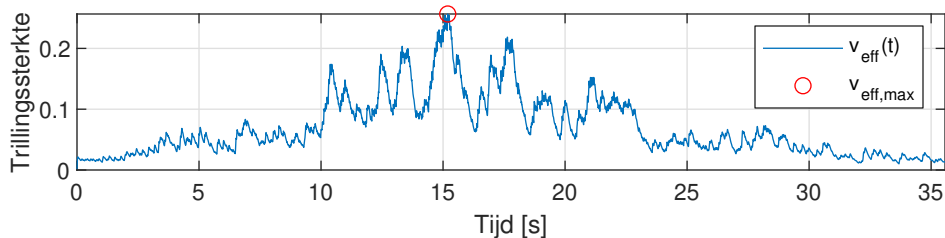
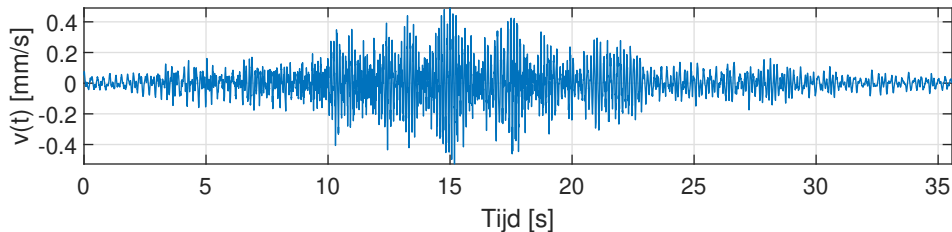
Treinpassage gemeten bij meetpunt1 om 2021-10-28 07:27



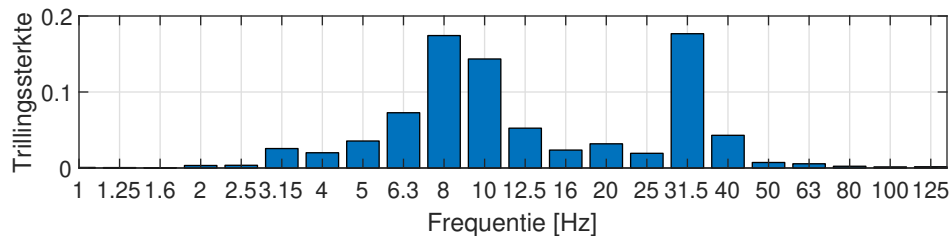
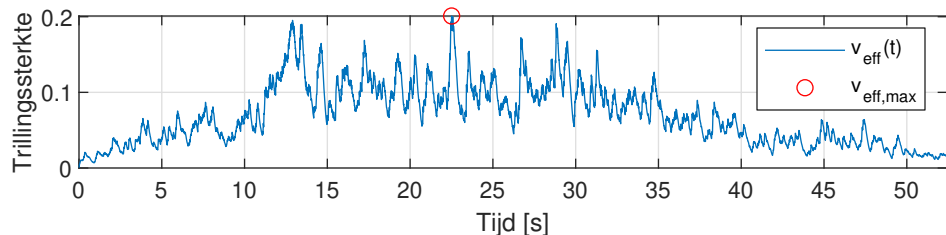
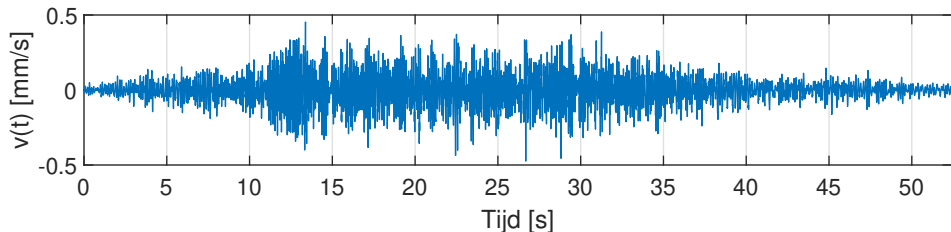
Treinpassage gemeten bij meetpunt1 om 2021-10-27 21:30



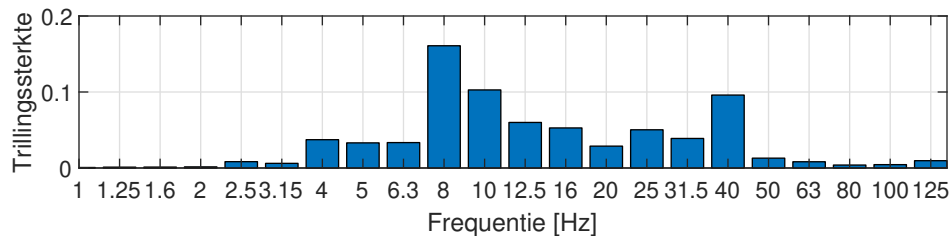
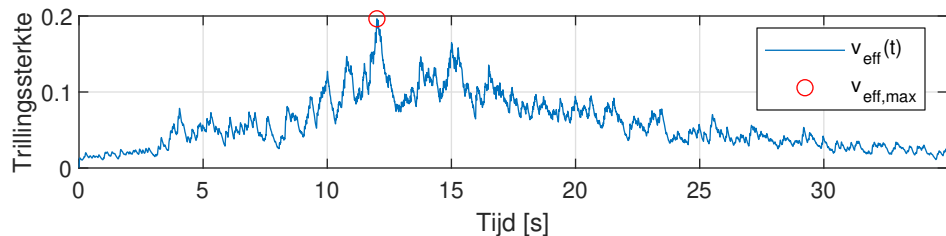
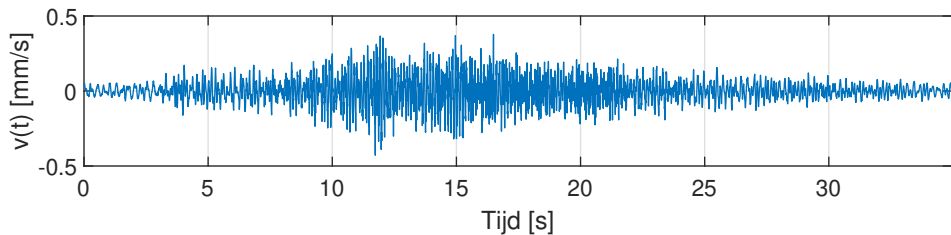
Treinpassage gemeten bij meetpunt2 om 2021-10-28 16:29



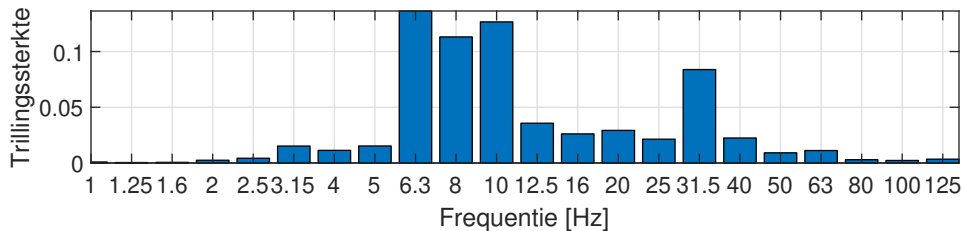
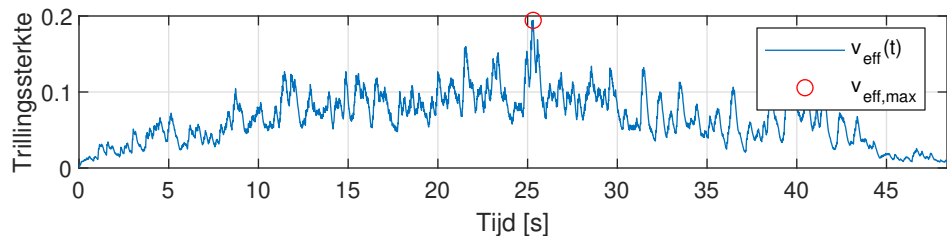
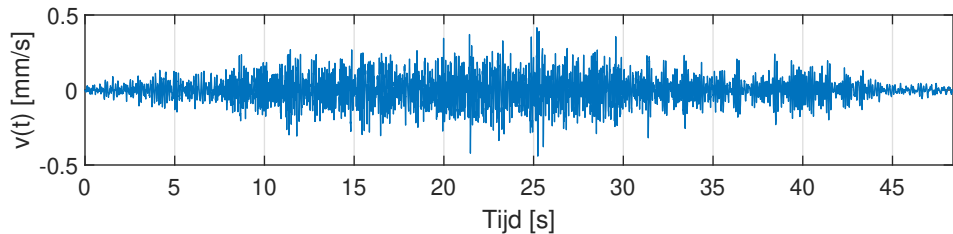
Treinpassage gemeten bij meetpunt2 om 2021-10-27 21:30



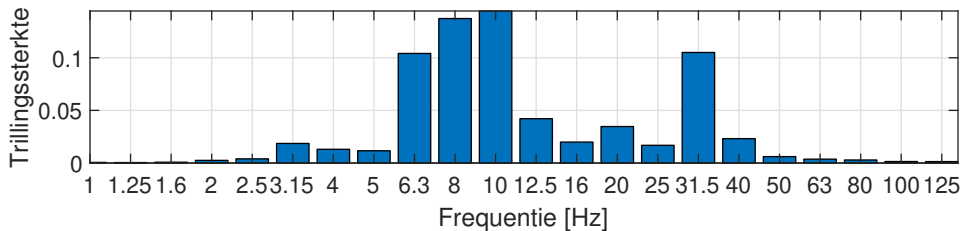
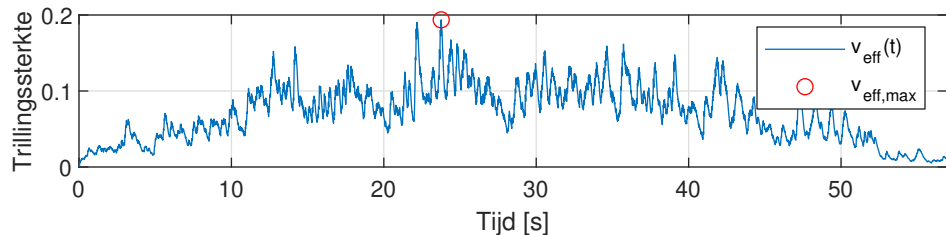
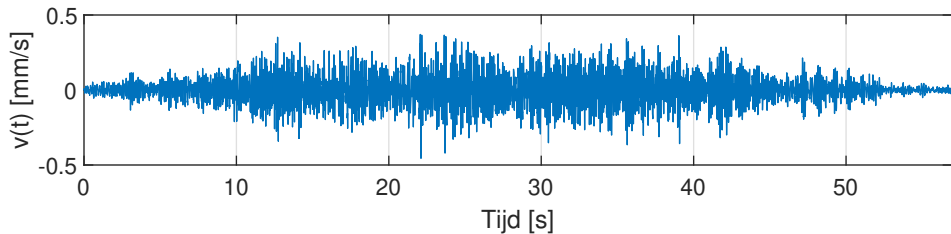
Treinpassage gemeten bij meetpunt2 om 2021-10-27 22:58



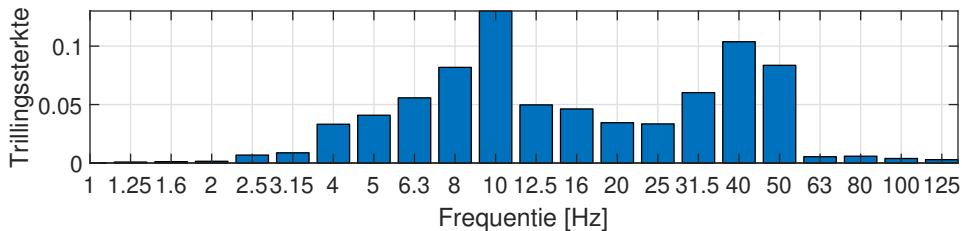
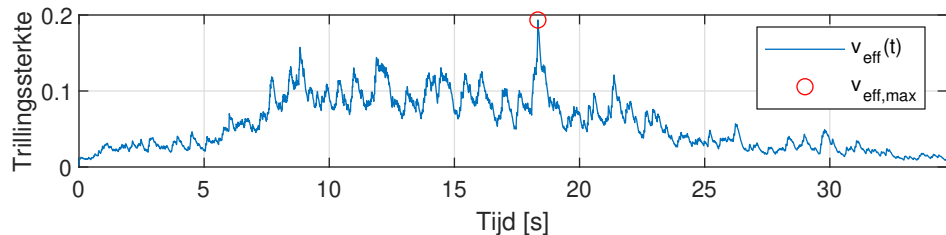
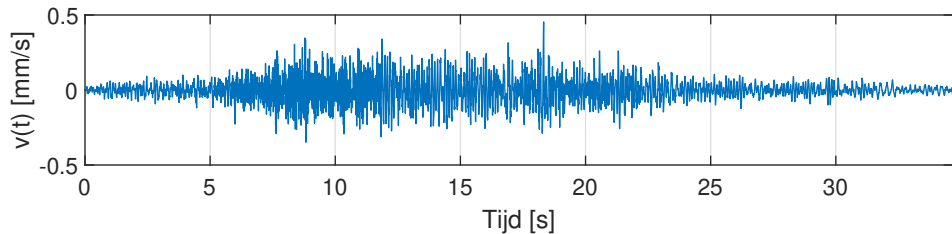
Treinpassage gemeten bij meetpunt2 om 2021-10-27 20:33



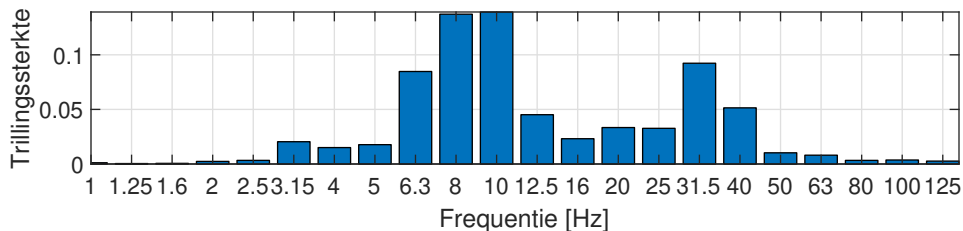
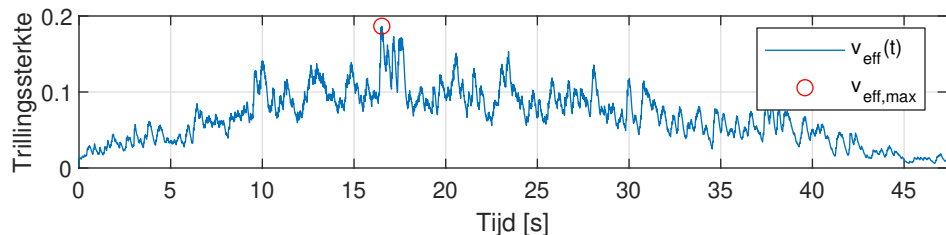
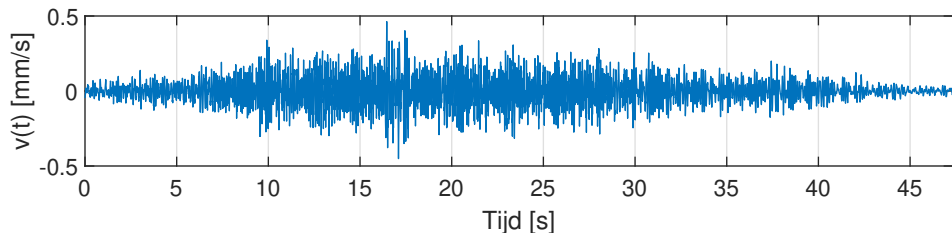
Treinpassage gemeten bij meetpunt2 om 2021-10-30 00:31



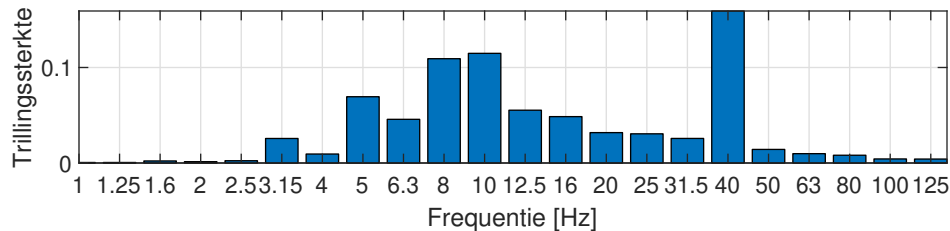
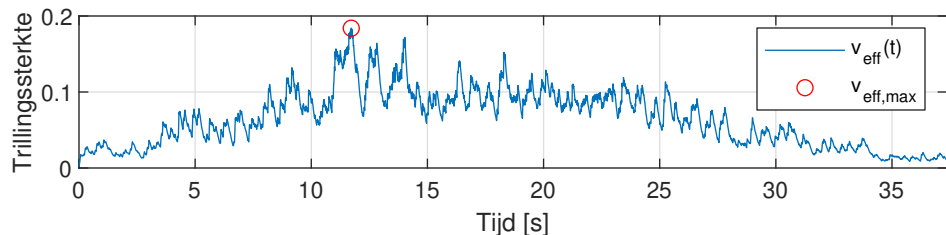
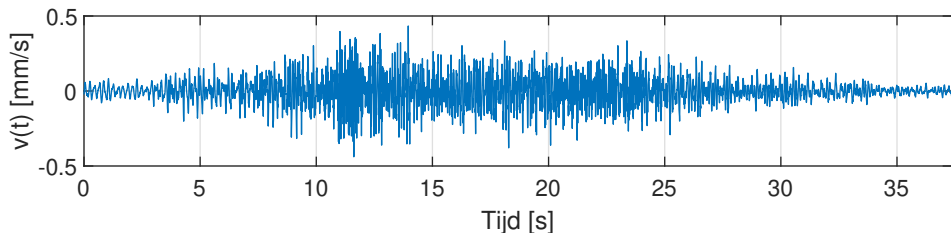
Treinpassage gemeten bij meetpunt2 om 2021-10-28 21:29



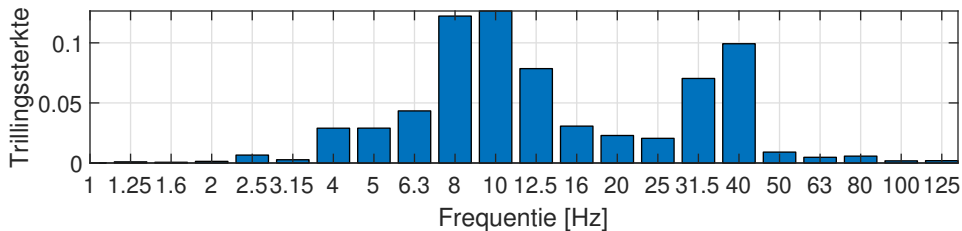
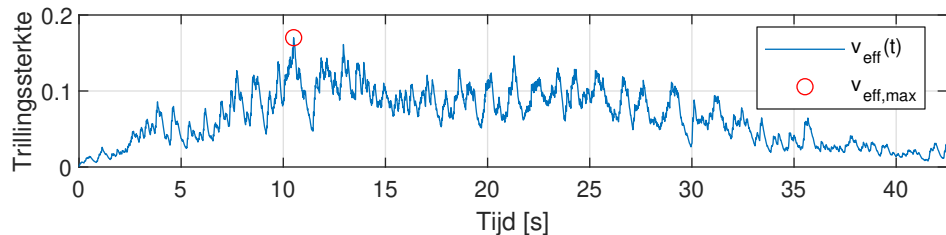
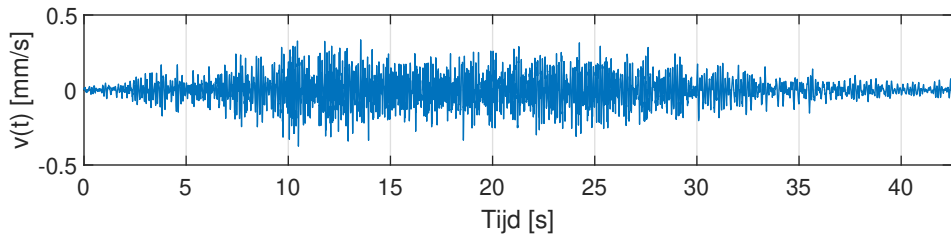
Treinpassage gemeten bij meetpunt2 om 2021-10-29 03:05



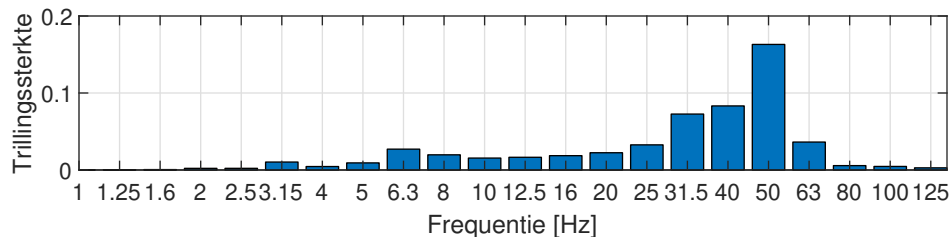
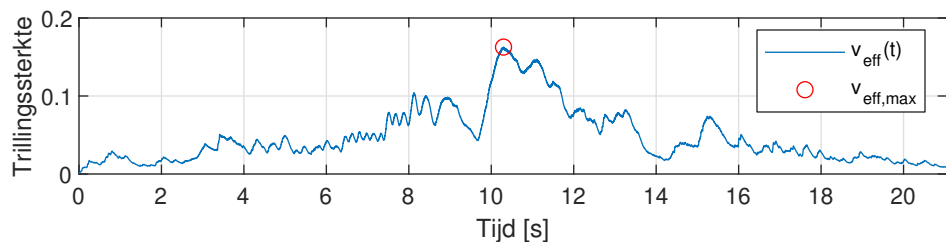
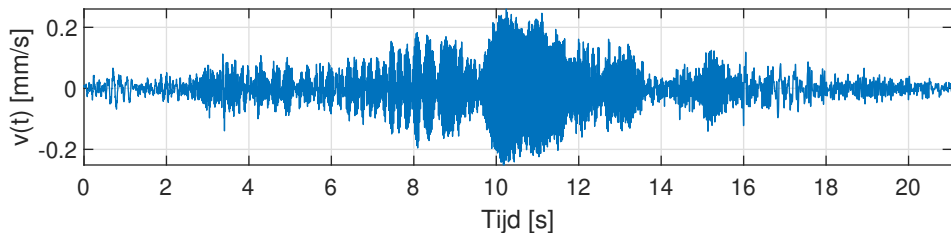
Treinpassage gemeten bij meetpunt2 om 2021-10-29 00:29



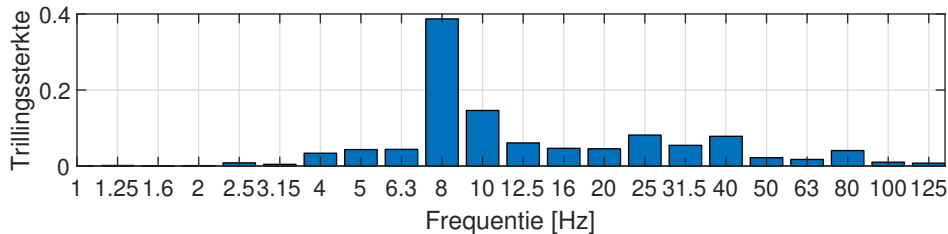
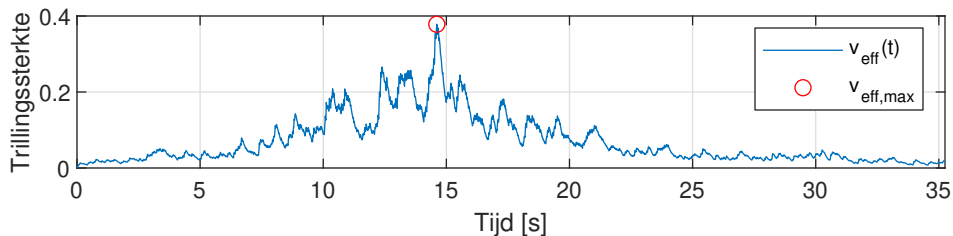
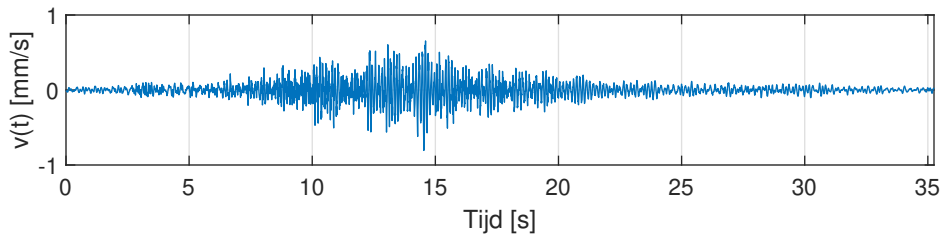
Treinpassage gemeten bij meetpunt2 om 2021-10-30 02:53



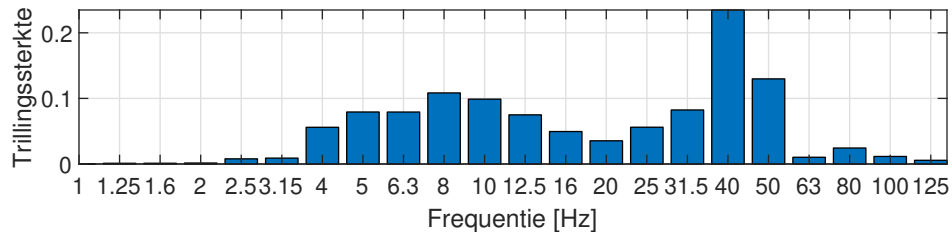
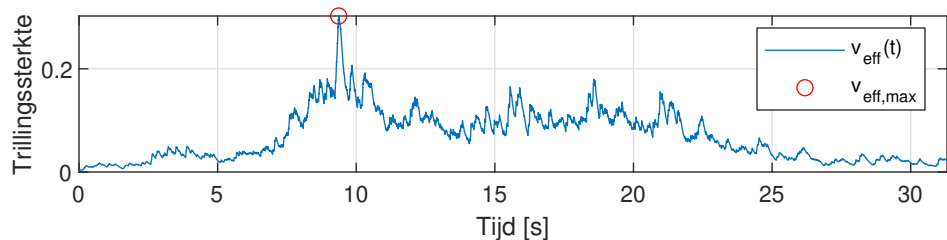
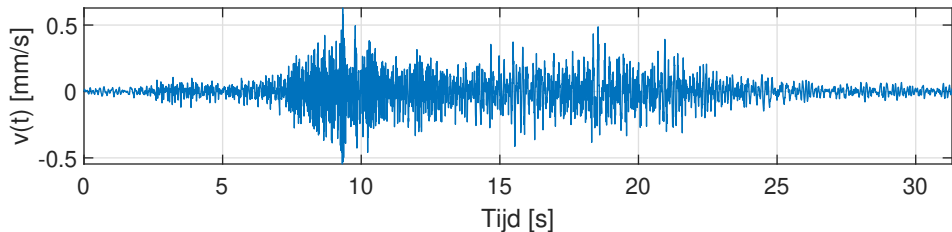
Treinpassage gemeten bij meetpunt2 om 2021-10-28 13:46



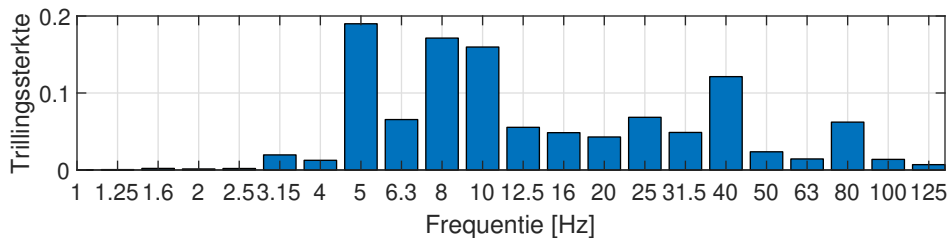
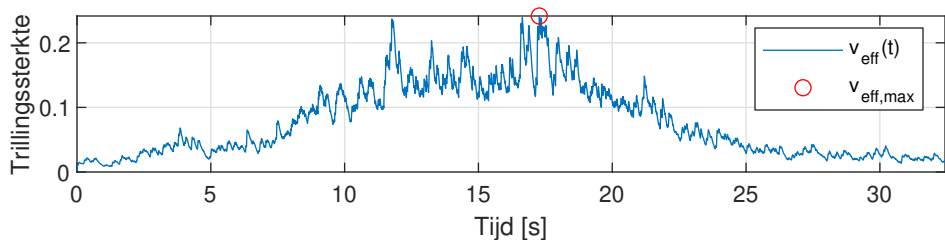
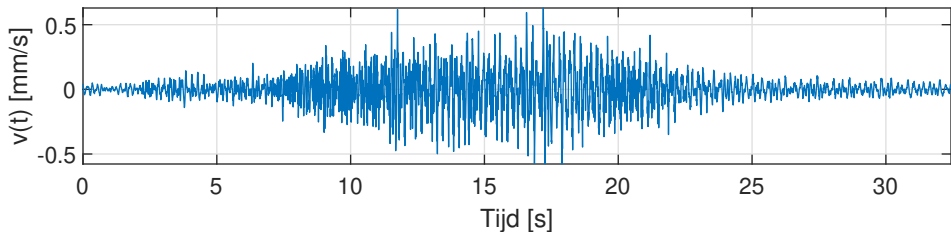
Treinpassage gemeten bij meetpunt3 om 2021-10-28 16:29



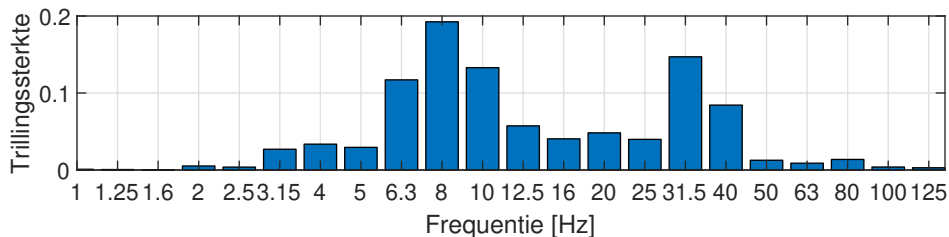
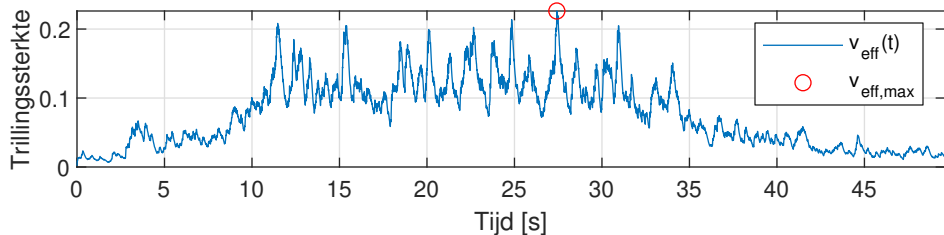
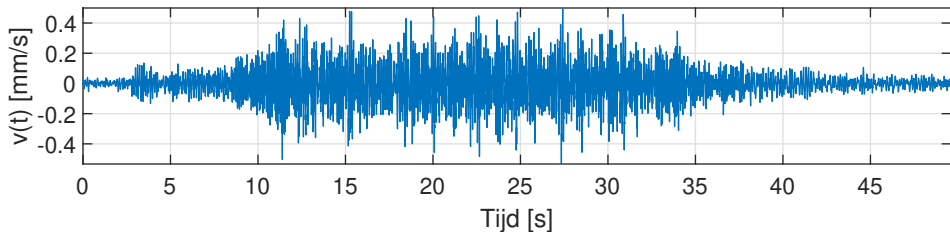
Treinpassage gemeten bij meetpunt3 om 2021-10-28 21:29



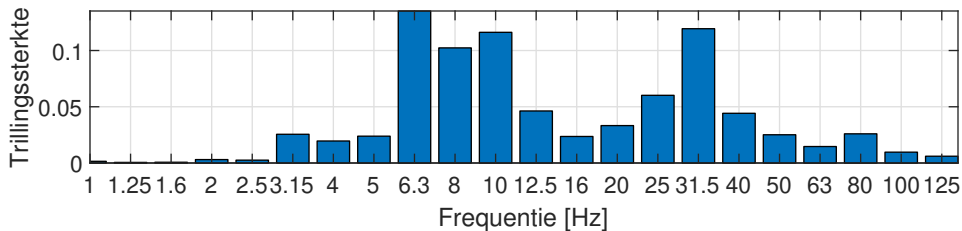
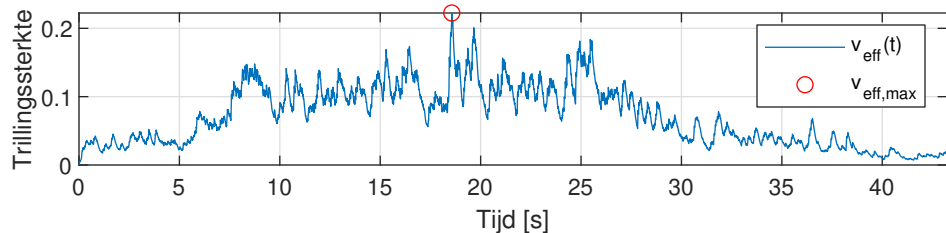
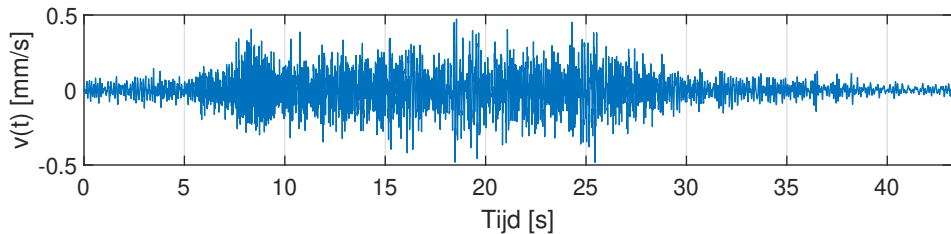
Treinpassage gemeten bij meetpunt3 om 2021-10-29 00:29



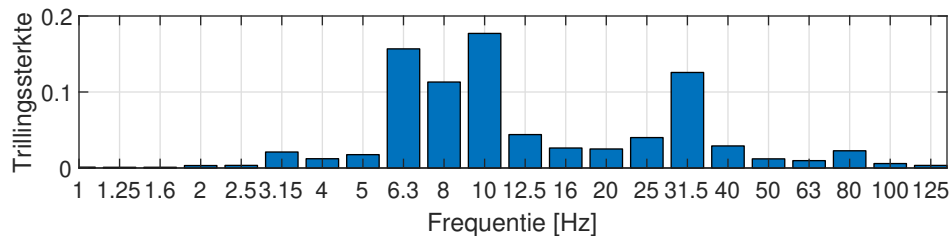
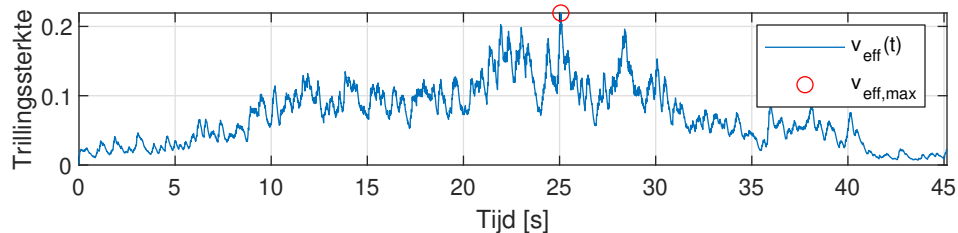
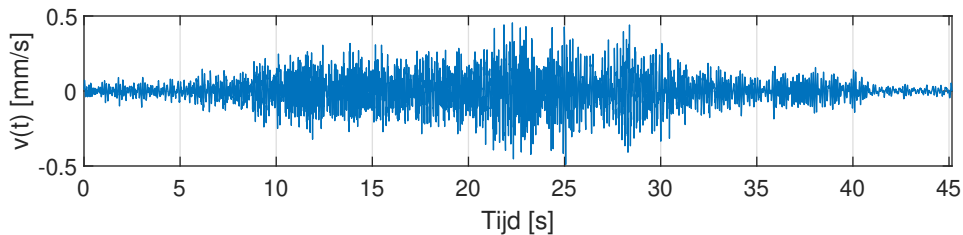
Treinpassage gemeten bij meetpunt3 om 2021-10-27 21:30



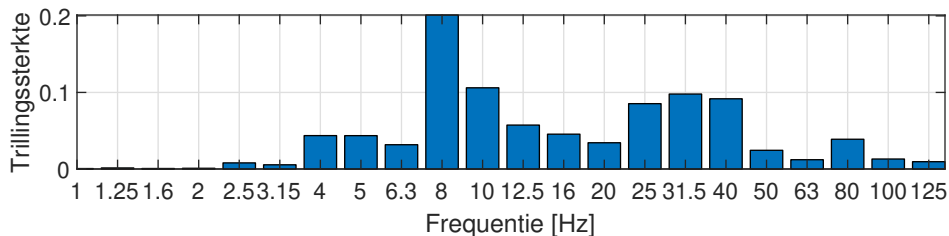
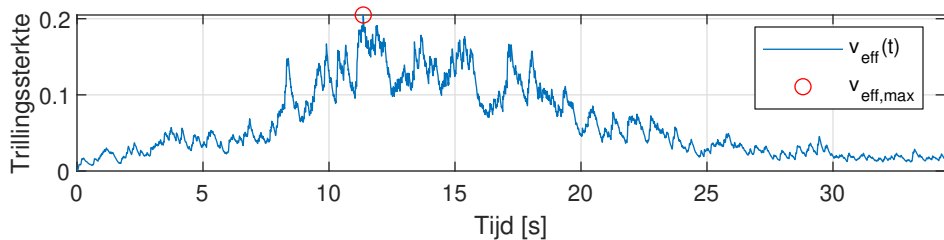
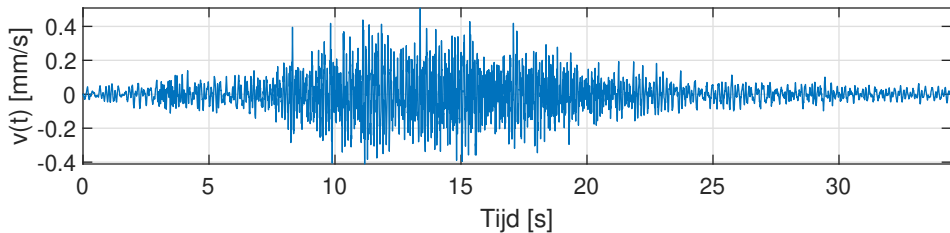
Treinpassage gemeten bij meetpunt3 om 2021-10-29 03:05



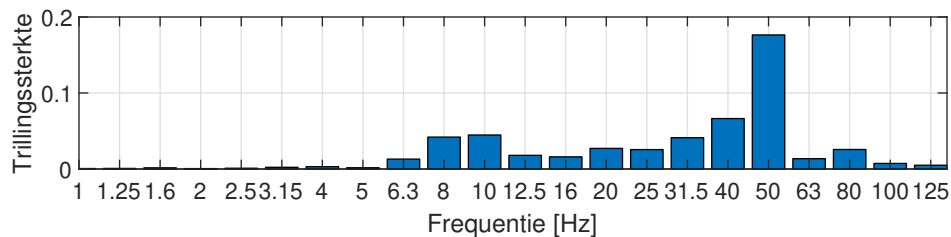
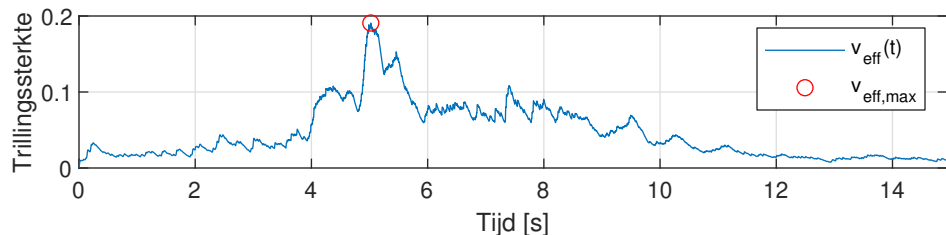
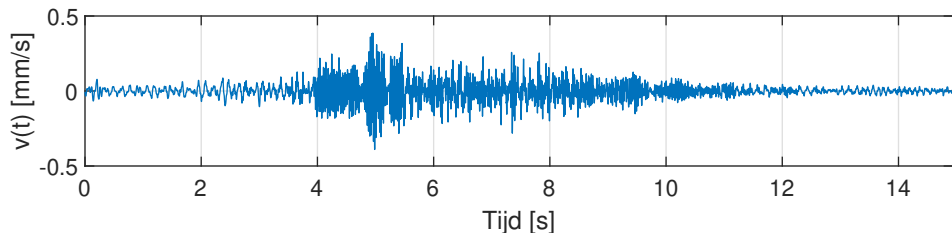
Treinpassage gemeten bij meetpunt3 om 2021-10-27 20:33



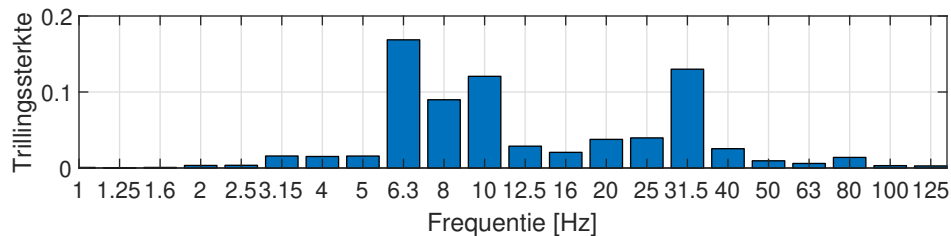
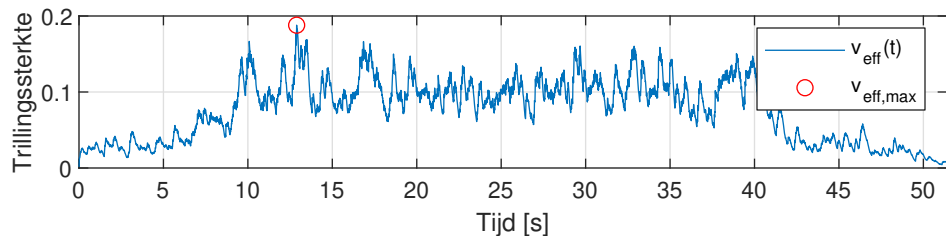
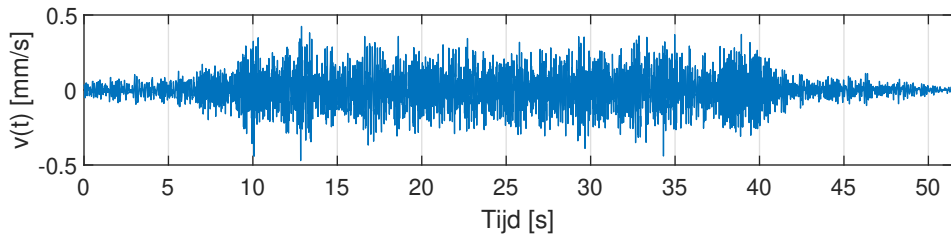
Treinpassage gemeten bij meetpunt3 om 2021-10-27 22:58



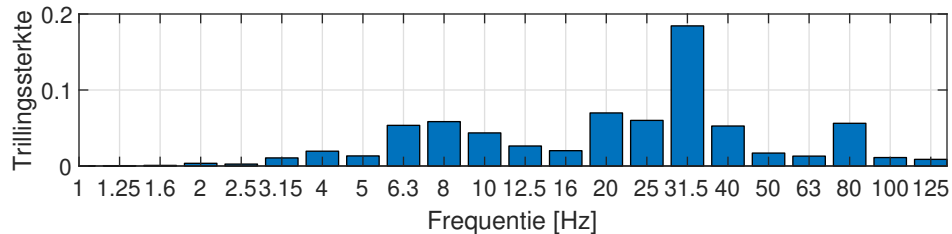
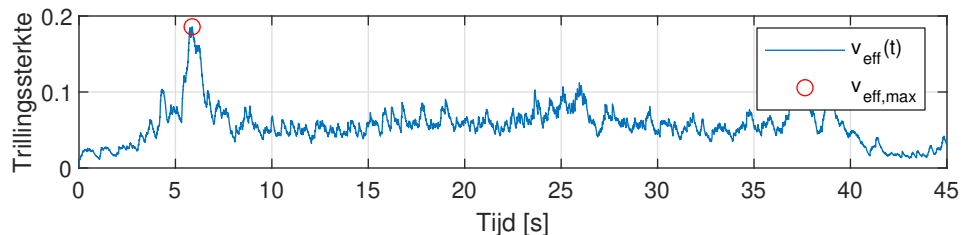
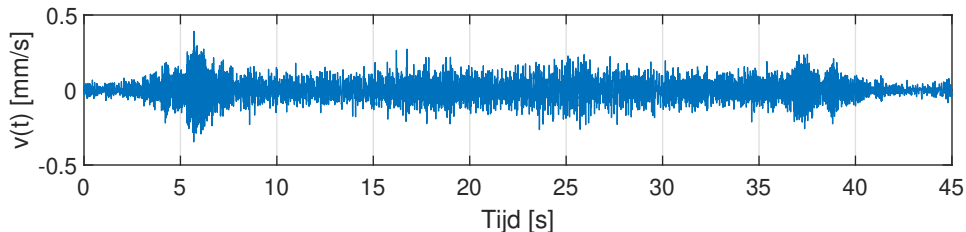
Treinpassage gemeten bij meetpunt3 om 2021-10-28 00:48



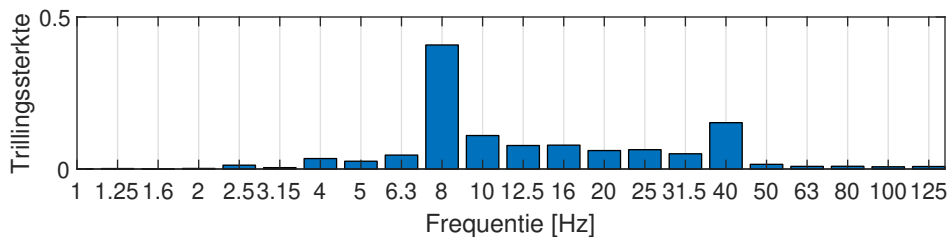
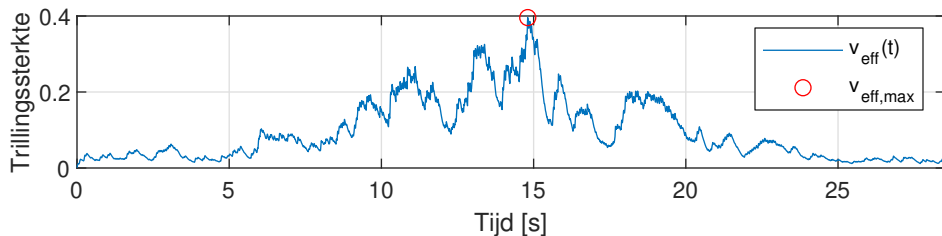
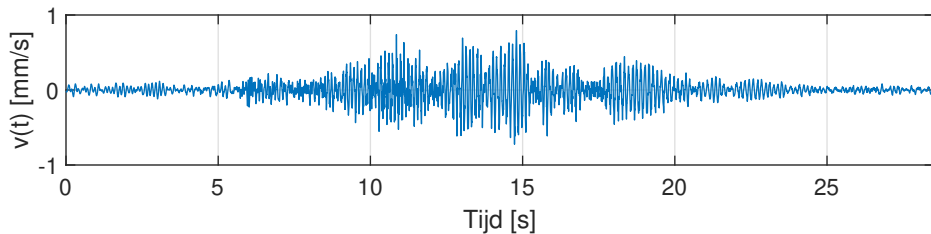
Treinpassage gemeten bij meetpunt3 om 2021-10-30 00:31



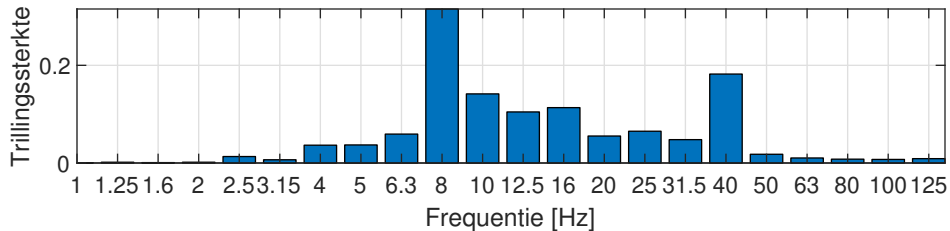
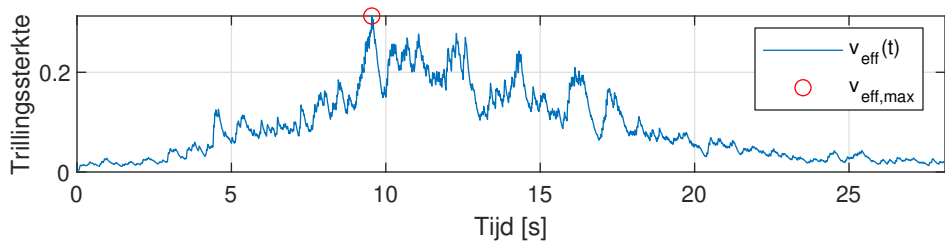
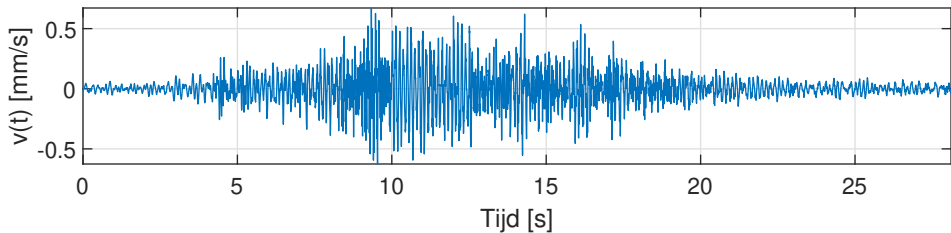
Treinpassage gemeten bij meetpunt3 om 2021-11-01 11:06



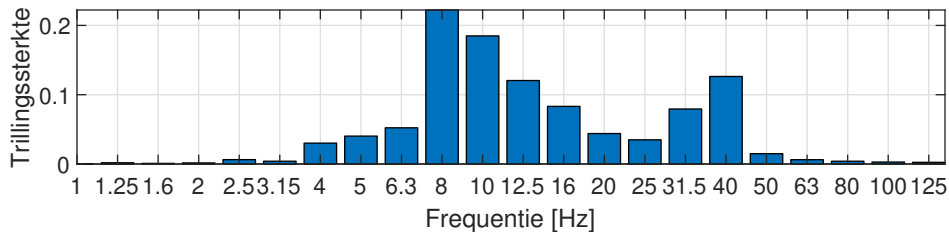
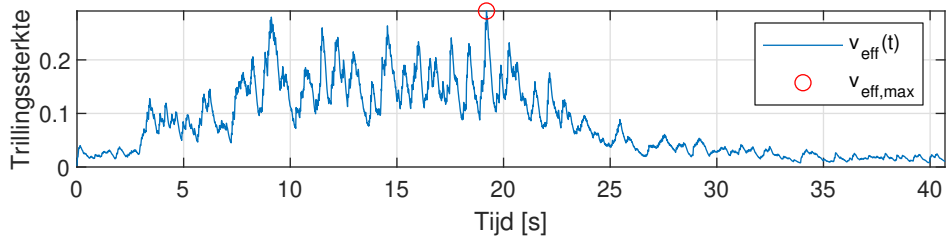
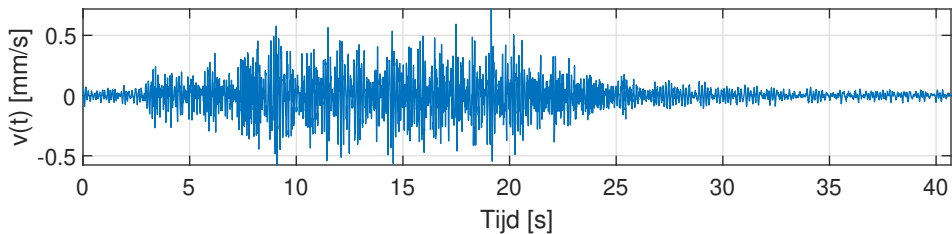
Treinpassage gemeten bij meetpunt4 om 2021-10-28 16:29



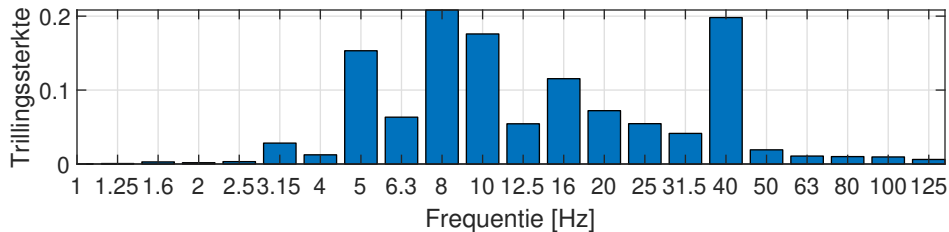
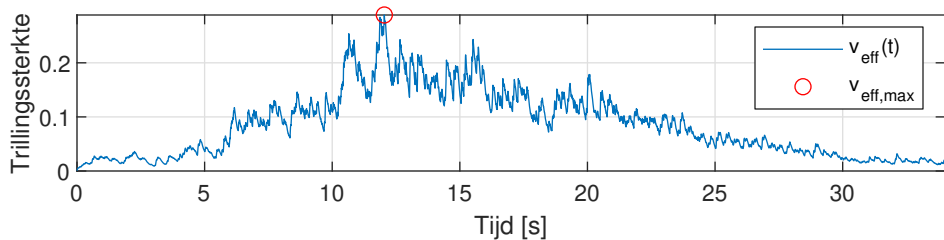
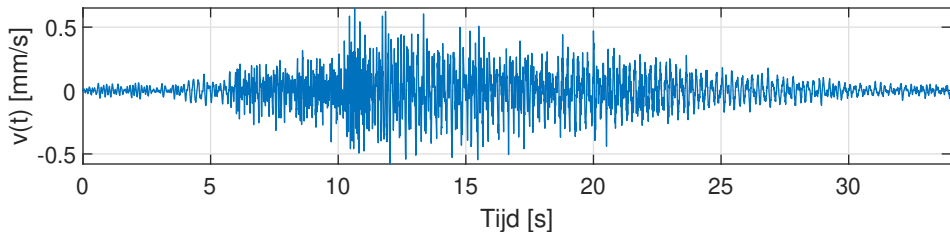
Treinpassage gemeten bij meetpunt4 om 2021-10-27 22:58



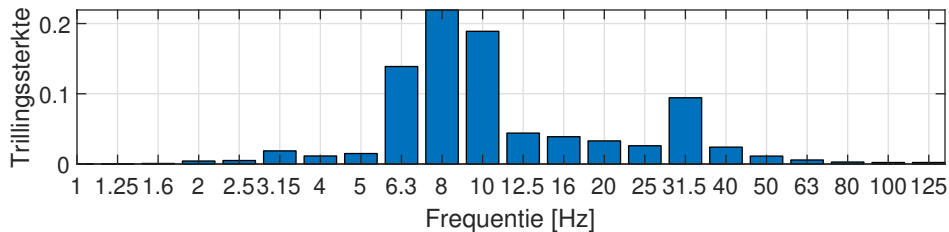
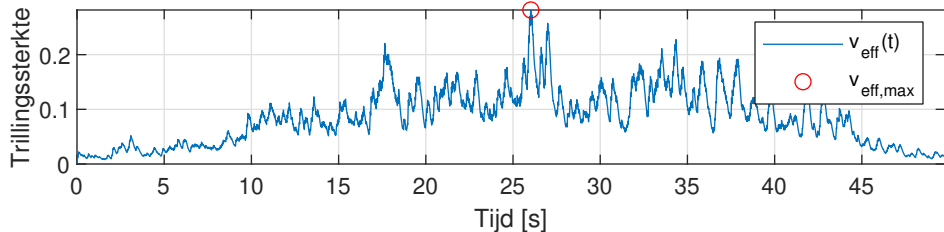
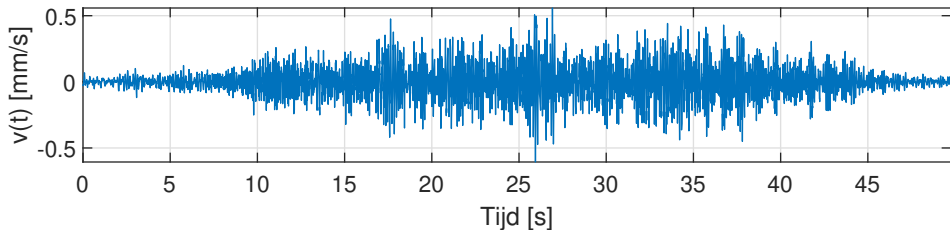
Treinpassage gemeten bij meetpunt4 om 2021-10-30 02:53



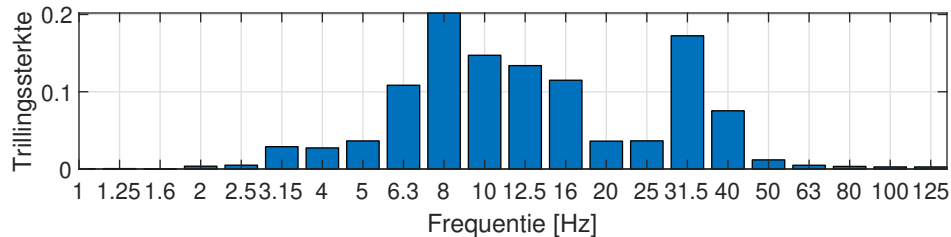
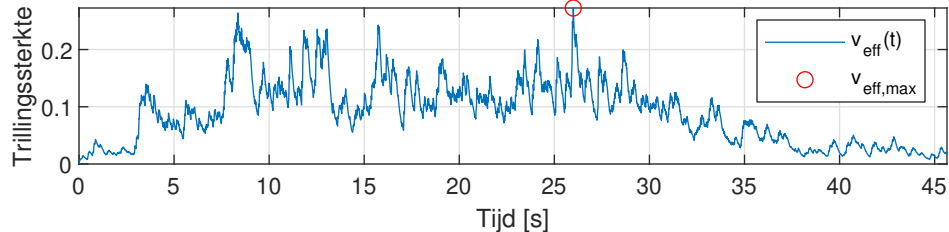
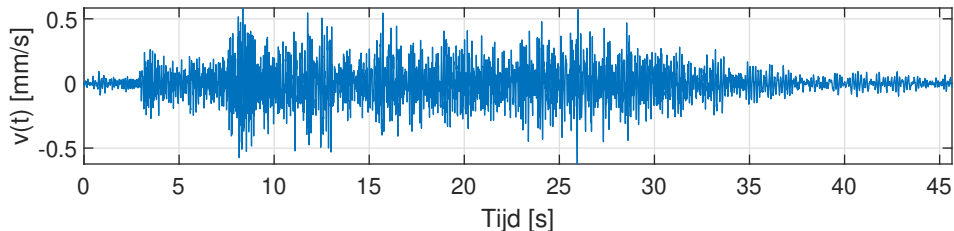
Treinpassage gemeten bij meetpunt4 om 2021-10-29 00:29



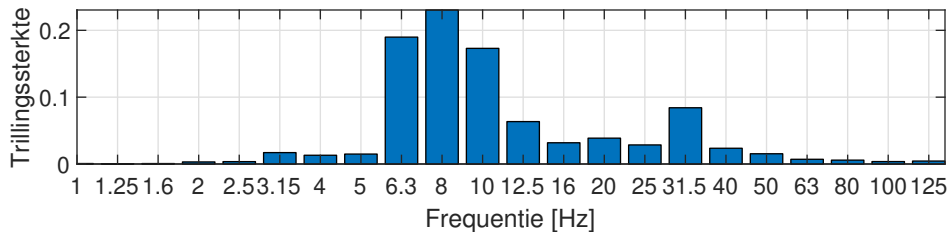
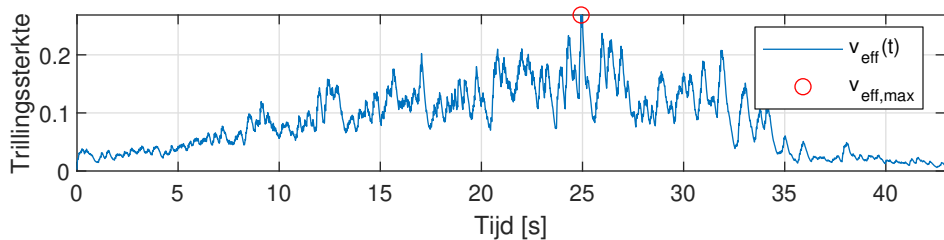
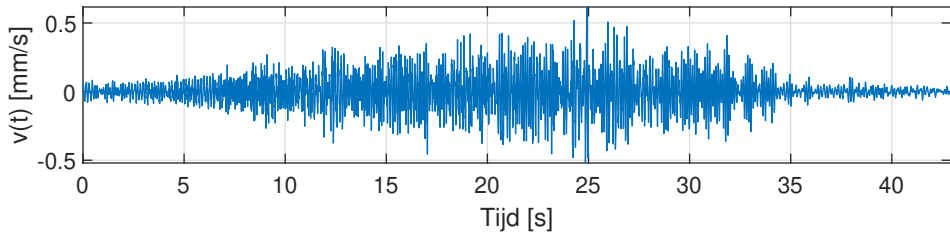
Treinpassage gemeten bij meetpunt4 om 2021-10-30 00:31



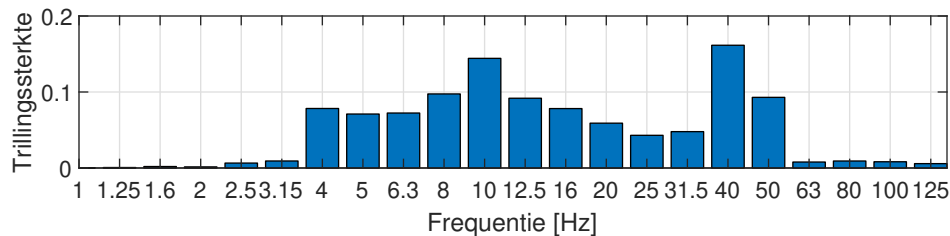
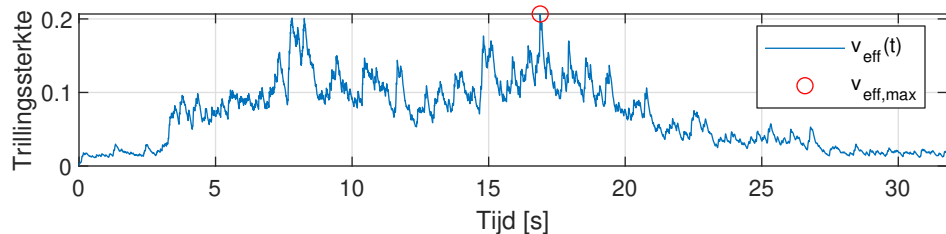
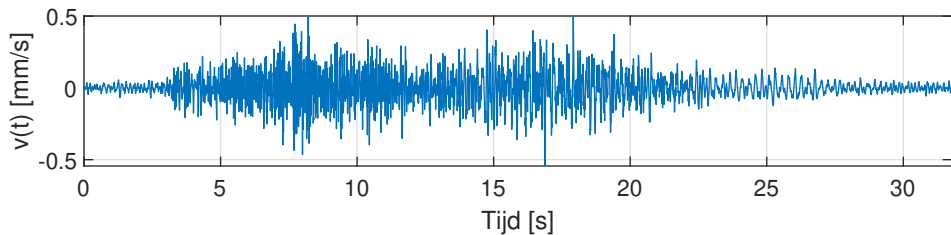
Treinpassage gemeten bij meetpunt4 om 2021-10-27 21:30



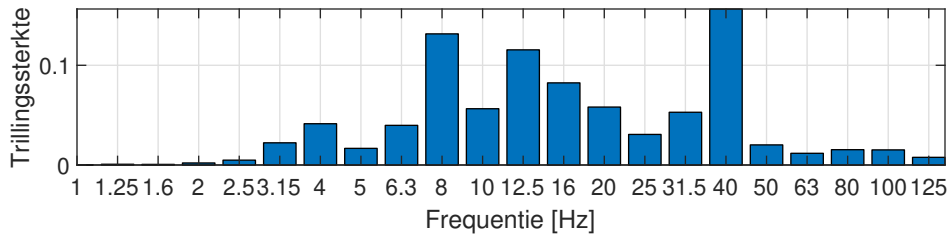
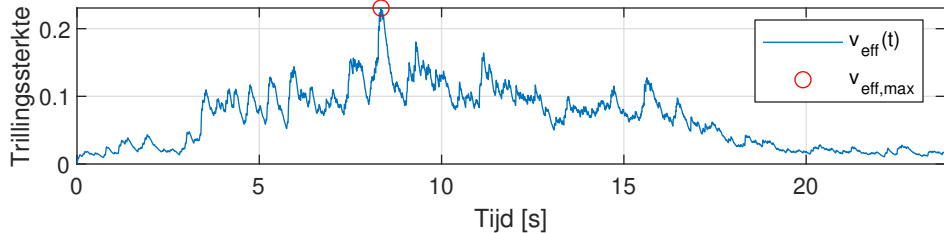
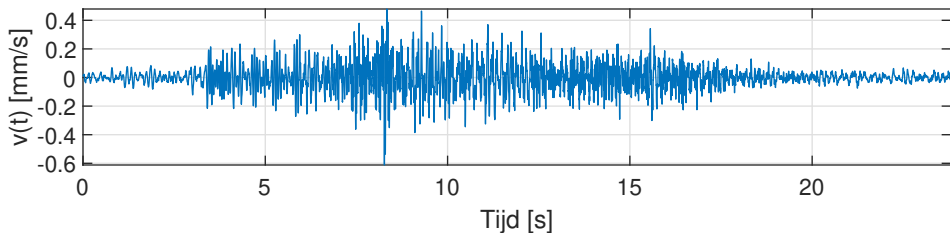
Treinpassage gemeten bij meetpunt4 om 2021-10-27 20:33



Treinpassage gemeten bij meetpunt4 om 2021-10-28 21:29



Treinpassage gemeten bij meetpunt4 om 2021-10-28 09:30



Treinpassage gemeten bij meetpunt4 om 2021-10-29 03:05

